DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Dreizehnter Jahrgang | 27. November 1925 | Heft 48

Fechner und Lotze.

Von M. Kronenberg, Berlin.

Seit langer Zeit schon ist man es gewöhnt, die beiden Namen Fechner und Lotze zusammen auszusprechen, es als selbstverständliche Voraussetzung anzusehen, daß sie irgendwie innerlich zusammengehören, ja vielleicht in noch höherem Sinne eine Einheit bilden. Unzweifelhaft ist dies alles richtig, und die innere Verwandtschaft und Einheit beider Denker kann von niemandem ernstlich verkannt werden.

Mit der Frage aber, welcher Art diese innere Verwandtschaft sei, woher sie ihren Ursprung nahm und worauf sie sich gründe, hat man sich noch kaum eingehend ernsthaft beschäftigt. Das ist erklärlich genug. Denn ebensowohl Fechner (1801—1887) als Lotze (1817—1881) stehen, selbst der Zeit ihrer Hauptwirksamkeit nach, welche in die zweite Hälfte des 19. Jahrhunderts fällt, der unmittelbaren Gegenwart noch allzu nahe. Und wenn gewiß auf anderen Gebieten geschichtlicher Entwicklung, z. B. dem politischen, manchmal auch schon nach einigen Jahrzehnten etwas „historisch" und der objektiven Würdigung leicht zugänglich geworden sein kann, so ist dies doch weniger leicht auf dem Gebiete rein geistiger Entwicklung, am wenigsten auf dem der Philosophie, wie deren Geschichte immer wieder an zahlreichen Beispielen uns lehrt.

Unter solchen Umständen darf man jedenfalls um so mehr als dankenswert einen Versuch solcher objektiv-historischen Würdigung anerkennen, wie er von Max Wentscher (ord. Professor in Bonn) in einem eben erschienen Buche unternommen wird[1]). Der Verfasser, welcher sich schon in früheren Veröffentlichungen besonders mit Lotze eingehend beschäftigt hat, gibt in dem vorliegenden Buche neben knappen biographischen Darlegungen eine gute und klare zusammenfassende Darstellung des geistigen Lebenswerkes von Fechner und Lotze. Um diese einheitliche Würdigung ist es ihm vor allem zu tun, und er erreicht sie mit gutem Gelingen.

Nicht ebenso erreicht er die Würdigung jener Einheit, welche die Namen Fechner und Lotze verbindet. In der Hauptsache handelt es sich um zwei nebeneinander geordnete Monographien. Wohl sucht der Verfasser immer wieder auf Zusammenhänge mit der geistigen Struktur der Zeit und auf Berührungspunkte zwischen Fechner und Lotze selbst hinzuweisen, aber es handelt sich dabei immer nur um vereinzelte sporadische Hinweise. Nur in der ausführlicheren Einleitung wird der Versuch gemacht, ein einheitliches Gesamtbild derjenigen geistigen Zeitströmung zu entwerfen durch welche die Denkweisen Fechners und Lotzes wesentlich mit bedingt waren und so vor allem auch zu einer inneren Einheit wesentlich mit verknüpft wurden.

* * *

Es ist eine starke Krisis und eine sehr bedeutsame und folgenreiche Wendung, welche sich um die Mitte des 19. Jahrhunderts vollziehen, in eben der Periode, welcher Fechner und Lotze hauptsächlich angehören. Man kann jene Krisis kurz bezeichnen als die des Entscheidungskampfes zwischen Idealismus und Realismus, diese Wendung als den Beginn der realistischen Periode, bis zu dem Grade, daß die realistische Denk- und Vorstellungsweise auf lange hinaus, bis etwa zur Jahrhundertwende hin, fast alleinherrschend zu sein schien. Mochte sie auch in verschiedenen Variationen hervortreten, so als Empirismus, Naturalismus, Positivismus, Materialismus — immer war es doch die zugrunde liegende realistische Denkweise, d. h. die Grundrichtung auf das Objekt, die Dinge, die Erscheinungen, in Gegensatz zum Subjekt, dem Geiste, den Ideen, welche dem ganzen Zeitalter das eigentliche Gepräge gab und sein geistiges Leben bestimmte oder zum mindesten in ganz überwiegender Weise beherrschte.

Auf diese Wendung des geistigen Lebens weist denn auch Wentscher naturgemäß immer wieder, ebenso in der Einzeldarstellung wie in der allgemeineren Einleitung, nachdrücklich hin, denn ohne sie ist die Stellung Fechners und Lotzes nicht zu verstehen. Nicht allen seinen in dieser Richtung gegebenen Darlegungen kann man dabei zustimmen; so manchem, was über den bis heute ja noch so vielfach schwankenden und unsicheren Begriff der Romantik und seinen Gegensatz zum Klassizismus gesagt wird; oder etwa der Auffassung über den in Hegels Schule hervorgetretenen „Radikalismus" und dessen nahe Beziehungen zum Materialismus. Aber im ganzen wird man der Darstellung des Verfassers durchaus beistimmen können.

Vor allem gilt dies von dem einen Hauptpunkte, der für die geistige Stellung Fechners und Lotzes so besonders wichtig, ja fast entscheidend wurde: den entscheidenden Anstoß zur Erschütterung der großen Systeme des Idealismus wie zugleich der Vorherrschaft des romantischen Denkens gab das Aufkommen der *modernen Naturwissenschaft*. „Dieses machtvolle Emporkommen der modernen Naturwissenschaft im allgemeinen Ansehen war nicht nur durch theoretische Fortschritte auf diesem Felde begründet, sondern zugleich und vor

[1]) Fechner und Lotze, von Max Wentscher. (Geschichte der Philosophie in Einzeldarstellungen, herausgeg. von Gustav Kafka. Bd. 36). München: Verlag Ernst Reinhardt 1925.

allem durch die praktischen Erfolge und Errungenschaften, die sich daran anschlossen. Theoretisch war es der Gedanke des ‚Mechanismus', welcher allbeherrschend sich durchsetzte und der kausalen Betrachtungsweise gegenüber der teleologischen, wie sie die idealistische Naturphilosophie beherrschte, entscheidend zum Siege verhalf. Die Entdeckung des Gesetzes der ‚Erhaltung der Kraft' durch ROB. MAYER, dessen Übertragung auch auf das Gebiet des Organischen, sodann die evolutionistischen Gedankengänge, im Darwinismus zusammengefaßt und durch überreiches Erfahrungsmaterial bestätigt: das alles wirkte zusammen, um die mechanistische Naturansicht fortan als die wissenschaftlich allein berechtigte erscheinen zu lassen und daraus sogleich die weitestgehenden Konsequenzen zu ziehen. Und es konnte nicht ausbleiben, daß diese Konsequenzen sich wesentlich in der Richtung des Materialismus bewegten, worin man dann mit dem in der Hegelschen Schule aufgekommenen Radikalismus sich begegnete."

Alles dies wurde nun noch wesentlich ergänzt und gesteigert durch die *praktische* Wirkung der naturwissenschaftlichen Entdeckungen und Erfindungen. „Dem Zeitalter der Romantik folgte, kurz gesagt, das Zeitalter der Dampfmaschine! Das bedeutete eine ungeheure Steigerung des Industriewesens und des Großbetriebes, sowie zugleich eine Entwicklung des Verkehrswesens, durch welche ganz neue Bedingungen für die Gesellschaft und ihren lebendigen Zusammenhang, für die Intensität des Gemeinschaftslebens gegeben waren. Kein Wunder, wenn der theoretisch so vielfach vorbereitete und nahegelegte Materialismus jetzt, auch den praktischen Bedürfnissen entsprechend und durch sie gestützt, immer mehr als die von der Gegenwart geforderte, allein noch mögliche Weltanschauung erschien."

Nicht überall freilich ging man zu diesen materialistischen Konsequenzen fort. Aber indem man sich fast durchgängig nicht der ungeheuren Wirkung verschließen konnte, welche das ganze Kulturleben durch die moderne Naturwissenschaft und die anschließende industrielle Entwicklung erfahren hatte, so galt doch der Idealismus als veraltet und abgetan, als „in sich unfähig, den Bedürfnissen und Problemen des Zeitalters, die man so lebhaft empfand, gerecht zu werden. Nur ein ‚Realismus', eine Weltanschauung, die überall auf Erfahrung sich stützte und den Tatbeständen der Umgebungswelt vorurteilsfrei ins Auge blickte, konnte jetzt in Frage kommen. Nicht das Subjektive, Ideelle durfte hier im Vordergrunde des Interesses stehen; vielmehr das Objektive, Reale war es offenbar, worauf jetzt alles ankam. Mit dieser Welt des Objektiven und in ihr lebte man in intensivstem Zusammenhange, fand sich überall in ihre aktuellen Forderungen und Wirkungen mitten hineingestellt und durch sie aufs nachdrücklichste herausgerissen aus jeder Neigung zu weltentrückter Träumerei, wie sie die Romantik großgezogen hatte."

Schließlich ergab sich dann sehr bald innerhalb der realistischen Denkungsart auch die Frage, ob man denn für diese und zu ihrem Aufbau der Philosophie bedürfe. „War es nicht viel einfacher und ratsamer, wenn es sich nun einmal um möglichst vollständige und zuverlässige Erkenntnis der uns umgebenden Wirklichkeitswelt handelte, sich lieber unmittelbar an die Naturwissenschaft zu wenden, der man ja alle jene ungeheuren Fortschritte und Errungenschaften der Kulturentwicklung zu danken hatte?" Solche weitgehende Konsequenzen wurden denn auch vielfach in der Tat gezogen, und zwar, was besonders hervorgehoben zu werden verdient, nicht nur in bezug auf mancherlei den Naturwissenschaften nahe liegende Probleme und Erkenntnisgebiete, sondern z. B. selbst auf einem davon so weit abliegenden Gebiete wie dem der Ethik und dem mit ihr so nahe sich berührenden Gesamtkomplex der sozialen Frage. Der Philosophie als solcher wurde also schließlich gar kein Daseinsrecht mehr zuerkannt. „Die Philosophie galt als überflüssig geworden, als abgesetzt."

Solcher Art war nun das Zeitalter, dem FECHNER und LOTZE angehören. In ihrer Jugendzeit erlebten beide noch die Blüteperiode der idealistischen Gedankenwelt und ihre Vorherrschaft, in der Zeit beginnender Reife und anfänglicher Wirksamkeit bereits das sich anbahnende Zeitalter des Realismus und die Ausbreitung der materialistischen Denk- und Betrachtungsweise, die allmählich immer mehr Boden gewann. Die Einwirkungen, man kann fast sagen: die gleich starken Einwirkungen, von beiden entgegengesetzten Seiten her mußten um so mehr ihren Einfluß ausüben, als beide, FECHNER ebenso wie LOTZE, ihrer ganzen Geistesanlage nach für das eine wie für das andere stark disponiert waren. Dies zeigt sich auf der einen Seite darin, daß beider Denkungsart und Weltanschauung ein idealistischer Grundzug durchgängig bis zuletzt aufgeprägt blieb, und ebenso, wenigstens in den Anfängen ihrer schriftstellerischen Wirksamkeit, ein gewisser romantischer Grundzug und eine Hinneigung zur Poesie — und daß auf der anderen Seite beide, FECHNER und LOTZE, von vornherein sich der Naturwissenschaft zuwandten, von ihr ausgingen, sie zum Mittelpunkt ihres Studiums und anfänglich auch zum Lebensberuf machten, und dies zunächst ganz im Sinne der Zeit und im Einklang mit der immer mehr die Oberhand gewinnenden mechanistisch-kausalen, auf das reine Objekt der Erfahrung, in diesem Sinne das „Reale", beschränkte Betrachtungsweise. So waren beide, FECHNER und LOTZE, von vornherein innerlich dazu gedrängt, die entgegengesetzten Anschauungen, die vom Standorte der Zeit sich gänzlich auszuschließen schienen, neu zu verknüpfen. Eben diese Synthese von Idealismus und Realismus, es gibt keine kürzere Charakteristik, ist die Signatur der Philosophie wie der gesamten geistigen Lebensarbeit FECHNERS und LOTZES. WENTSCHER charakterisiert diesen entscheidenden Punkt in der Kürze mit den Worten: „Sie bringen

die in ihrer Jugendentwicklung aufgenommene idealistische und romantische Denkungsart als ein wertvolles, unverlierbares Vermächtnis mit in die neue, so ganz anders geartete Zeit hinüber; aber nun nicht so, daß sie sich gegen diese und ihre Errungenschaften ablehnend verhielten, vielmehr mit freiem, offenem Blick sich allem erschließend, was diese Zeit zu bieten hatte. Ja, mehr noch: beide Philosophen gehen von der Naturwissenschaft aus, der geistigen Führerin dieses neuen Zeitalters, und beide nehmen sie unmittelbar Anteil an der Umwandlung dieser Wissenschaft im Sinne der mechanistisch-kausalen Grundanschauung. Aber zugleich gilt es beiden als ausgemacht, daß damit doch keineswegs schon die ganze, die abschließende Wahrheit ausgesprochen sei, daß es nun vielmehr gelte, das wahrhaft Wertvolle der älteren, idealistischen Weltauffassung in die neue Gesamtanschauung hinüberzuretten, Idealismus und Realismus in Einklang zu bringen, die unabweislichen Forderungen der scheinbar einander widerstreitenden Betrachtungsweisen in höherer Synthese zu vereinigen."

Bei aller Übereinstimmung in dieser Grundrichtung ihres Denkens wie ihres geistigen Wesens überhaupt ist aber natürlich die Einstellung zu ihr schon von vornherein und in den Hauptzügen eine sehr verschiedene. WENTSCHER hebt als solche wesentliche Unterschiede u. a. mit Recht hervor, daß ein gewisser romantischer Zug bei FECHNER erheblich stärker sich zeigt als bei LOTZE, bei welch letzterem er überdies stark in Schranken gehalten erscheint durch die deutlich hervortretende entscheidende Nachwirkung KANTS und des Klassizismus. Wesentlich unterschieden sind beide auch in der Art, wie sie sich der Naturwissenschaft zuwandten, und der nächsten Folgen, welche sich daraus für sie ergaben. Beide hatten sich ursprünglich vor allem der Medizin zugewandt; aber während dies von seiten LOTZES mehr für die Dauer oder doch für eine lange Zeit und nachhaltig geschah, wurde das Interesse FECHNERS frühzeitig auf das Gebiet der Physik hinübergezogen. Daher wurde für ersteren das Reich des Organischen, Lebendigen das Hauptgebiet, für letzteren das Reich des Anorganischen, Materiellen. Eben dadurch wurden dann weiter LOTZE die Fragen der Beziehungen von Körper und Seele, und allgemein die des Gesamtproblems der „Mensch", besonders nahe gelegt, während FECHNER sich besonders zur Beschäftigung mit kosmischen Problemen aufgefordert fand, ganz allgemein überhaupt zu einer gewissen mathematisch-konstruierenden Betrachtungsweise der Dinge, die er dann mit intuitiv gewonnenen Ideen ebenso verknüpfte wie mit einfachen Vorstellungen einer poetischen Betrachtungsweise, wie sie ihm seiner Natur nach immer wieder nahe lag.

Indessen gründet sich der Unterschied zwischen FECHNER und LOTZE doch vor allem und wesentlich auf ihre beiderseitige Individualität. Jeder der beiden Denker ist ein solcher sui generis, der in besonderer, nur ihm und seinem geistigen Wesen möglichen Art die Probleme findet, formuliert, gestaltet, zueinander ordnet und löst, um schließlich alles in einer einheitlichen Weltanschauung zu verknüpfen. Ungeachtet aller Verwandtschaft und mannigfacher Berührungspunkte Beider, kann doch also ihre Bedeutung nur aus der Einzelbetrachtung heraus voll gewürdigt werden.

* * *

Für FECHNER ist es schon von vornherein sehr charakteristisch, daß er schon sehr frühzeitig, noch vor Abschluß seines medizinischen Studiums, einen für seine ganze spätere Geistesentwicklung entscheidenden Anstoß dadurch empfing, daß er die Naturphilosophie von LORENZ OKEN kennen lernte. Er selbst berichtet darüber: „Über meinem medizinischen Studium war ich zum völligen Atheisten geworden; religiösen Ideen war ich entfremdet; ich sah in der Welt nur ein mechanisches Getriebe. Da geriet mir OKENS Naturphilosophie in die Hände ... Ein neues Licht schien mir auf einmal die ganze Welt und Wissenschaft von der Welt zu erleuchten; ich war wie geblendet davon. Freilich verstand ich nicht recht — wie wäre das auch möglich — freilich kam ich nicht über die ersten Kapitel hinaus; aber kurz, ich hatte auf einmal den Gesichtspunkt einer großen, einheitlichen Weltanschauung gewonnen."

Was ihn hier neben anderem ganz besonders anzieht und fesselt, ist die aus OKEN, wie späterhin auch aus SCHELLINGS und anderen Schriften, sich ergebende Möglichkeit, Naturanschauung mit religiöser Grundanschauung in Einklang zu bringen. Mehrere seiner wichtigsten Schriften sind späterhin diesem Problem gewidmet. Eine wichtige Rolle spielt dabei das methodische Verfahren der Analogie, also das Aufsuchen, Zueinanderordnen und wechselseitige Prüfen, gleichartiger ähnlicher und verwandter Fälle und Erscheinungen auf den verschiedenartigsten und oft weit voneinander abliegenden Gebieten. FECHNER hat diese Methodik der Analogie nicht nur auf religionsphilosophischem Gebiete geübt, wo sie ja der Betrachtung besonders nahe liegt, sondern hat ihr ebenso auch auf den meisten anderen Gebieten, selbst denen der reinen Naturerkenntnis, vielfach einen ausgedehnten Spielraum gegeben, eine Tatsache, die seiner ganzen Weltanschauung dann weiterhin ein nicht unwesentlich mitbestimmendes Gepräge gibt. Manche weitgehende Auffassungen wie die in „Nanna" und „Zendavesta" vorgetragenen von der Beseeltheit der Pflanzen und der Gestirne, stützen sich fast ausschließlich auf solche Analogien. Es ist ohne weiteres einleuchtend, welche Bedenken sich gegen solche Methodik der Analogien, wie überzeugend diese auch zunächst anmuten mögen, auf jeden Fall erheben müssen. Auch WENTSCHER hebt dies nachdrücklich hervor. Sicherlich hat diese Methodik, sagt er „in der geistvollen Handhabung wenigstens, in der sie uns hier entgegentritt, etwas ungemein verführerisches; sie greift unmittelbar in den Schacht unserer ganzen Denkgewohnheiten hinein und rüstet sich dort gleichsam mit unseren

eigenen Waffen gegen uns aus; sie macht von all den Schwierigkeiten auf einem Gebiete, das der direkten Bestätigung durch Erfahrung und Beobachtung nicht zugänglich ist, so geschickten Gebrauch, daß es unendliche Mühe erfordern würde, die aufgestellten Behauptungen entscheidend zu widerlegen. Allein zugleich regt sich in uns auch der Argwohn: Sollte nicht hier und da FECHNER selbst sich in die Schlingen dieses trefflichen Netzwerkes seiner eigenen Methode so verfangen haben, daß er schließlich gewisser Ideen, mit denen er anfänglich nur sein Spielwerk zu treiben gedachte, nicht mehr Herr zu werden vermochte — namentlich da, wo diese Ideen etwa seiner religiösen Grundeinstellung willkommene Ansatzpunkte zu bieten schienen?"

Diese Ausführungen treffen unzweifelhaft zu, und sie gelten namentlich für manche Schriften der ersten Periode, die FECHNER unter dem Pseudonym MISES hat erscheinen lassen, und in denen die ernsthafte Darstellung sich öfter mit direkter Satire oder leiser, spielerischer Ironie vermischt. Allein so berechtigt auch mancherlei kritische Einwendungen hiergegen sein mögen, so darf man doch dabei nicht übersehen und verkennen, von welcher großen positiven Bedeutung, auch für den Fortschritt selbst der exaktesten Erkenntnis, eben gerade diese Verknüpfung von Methodik der Analogie mit intuitivem Erfassen von Ideen und phantasiemäßiger Durchdringung fernabliegender Zusammenhänge oftmals sind und sein können. Man braucht dabei nur an GOETHES besondere Art Naturanschauung und Naturerkenntnis zu denken, der es ja in vielfachen Wendungen immer wieder betont hat, daß dem Ineinssehen und gerade auch der Phantasie, selbst der rein dichterischen, sich leicht Geheimnisse enthüllen, die sonst der strenger methodisch vordringenden Erkenntnis verborgen geblieben wären. Aber selbst ein Denker wie FICHTE bekennt: Ohne Phantasie wird dem Philosophen schon beim ersten Versuch zu philosophieren die Sprache und beim zweiten das Denken selber ausgehen.

Dies trifft dann im besonderen auch auf FECHNER zu. So sehr auch selbst in seinen reichsten und bedeutendsten Werken, wie „Nanna", wo das Seelenleben der Pflanzen besonders behandelt wird, „Zendavesta", „Die Tagesansicht gegenüber der Nachtansicht", die Phantasie, dem Leitfaden mannigfacher Analogien folgend, manchmal ins Schwankende, Spielerische und zuweilen selbst ins Ausschweifende gerät und die Grenzen der eigentlichen Erkenntnis überschreitet, so führt sie doch auch immer wieder zur Offenbarung tiefer Zusammenhänge und fruchtbarster Keime neuer Erkenntnis. Nach dieser positiven Seite hin, kann man sagen, hat die Wirksamkeit FECHNERS auch jetzt noch kaum erst begonnen, geschweige denn, daß sie bereits im wesentlichen erschöpft wäre.

Unter diesen Gesichtspunkten kann man vor allem auch den Gedanken der Allbeseelung betrachten, der bei FECHNER eine so bedeutungsvolle Rolle spielt, ja in seiner Weltanschauung eine fast zentrale Stellung einnimmt. Wenn er in eingehenden Untersuchungen etwa die Beseeltheit der Pflanzen oder die der Planeten zu erweisen und ihre Analogie mit der menschlichen Beseelung darzulegen, wenn er endlich auch Gott als die Allseele aufzufassen sucht, die das Universum ebenso einheitlich durchdringe wie die menschliche Einzelseele ihren Körper, so handelt es sich hier nicht eben um vage Analogien, sondern um eine in die Tiefe dringende Gedankenentwicklung, welche oftmals eine Fülle von Keimen der Zukunft in sich birgt. Auch ist FECHNER sich des Problematischen und der dadurch bedingten Grenzen seines Verfahrens wohl bewußt. Er will seine Metaphysik sogar ausdrücklich an die Erfahrungswissenschaften anschließen und deren Methoden beibehalten, nur daß er eben „durch Verallgemeinerung, Erweiterung und Steigerung der Gesichtspunkte" bis zur Erkenntnis dessen vordringen möchte, was jenseits der unmittelbaren Erfahrung liegt. Und die Analogieschlüsse bezeichnet er selbst nur als „vernünftige *Möglichkeiten* — vernünftig, insofern sie mit den Tatsachen, Gesetzen und Forderungen des Jetztlebens zusammenhängen und selbst positive Stützen darin finden; Beweise im Sinne der Mathematik und Physik muß man nicht fordern".

Wie wertvoll aber und zumindest wegweisend und anregend auch derartige Gedankengänge über das Thema der Allbeseelung selbst im Sinne exakter Naturerkenntnis bei FECHNER sein und werden können, zeigt sich immer wieder nach den verschiedensten Richtungen; so beispielsweise, wenn er besonders in bezug auf die Pflanzen den Nachweis zu erbringen sucht, daß es verkehrt ist, seelisches Leben nur da anerkennen zu wollen, wo die gleichen oder zum mindesten ähnlichen physiologischen Korrelate, wie der Mensch sie besitzt, also vor allem Gehirn und Nervensystem, nachweisbar sind. Die Pflanzen haben freilich keine Nerven. Ja, FECHNER lehnt sogar ausdrücklich die Hypothese des von ihm so hoch verehrten LORENZ OKEN ab, wonach die Spiralfasern für die Pflanzen dasselbe seien, was die Nerven für die Tiere sind, insofern auch durch jene ebenso wie durch diese die Bewegung und Erregung der organischen Prozesse bedingt wären. Es sei eben nur ein Fehlschluß oder eine willkürliche Hypothese, daß, weil die Nerven eben bei Tieren zur Empfindung nötig sind, sie überall dazu nötig seien. Ebenso bedürfe es dazu nicht der Zentralisierung und eines Zentralorgans, wie es bei den Tieren im Gehirn gegeben sei. Andererseits sei ja aber auch die Pflanze doch keineswegs bloß „eine morphologische Verknüpfung ihrer physiologisch selbständigen Elementarorgane", vielmehr bestehe auch bei ihr eine weitgehende Zusammengehörigkeit und wechselseitige Bedingtheit der Einzelteile. In diesem Sinne fehle der Pflanze auch keineswegs „die willkürliche, freie Bewegung", sofern man diese Ausdrucksweise nur richtig versteht. „Was man in Sachen der Freiheit für ein Geschöpf wesentlich

fordern muß, um ihm eine Seele zusprechen zu können, ist nur dies, daß es den Antrieb zu gewissen Tätigkeiten als seinen eigenen fühle." Das aber ist offenbar auch bei der Pflanze der Fall. Und so besteht auch der ganze Unterschied der pflanzlichen und tierischen Bewegung beim Aufsuchen der Nahrung nur darin, daß das Tier sich *ganz* fortschiebt, die Pflanze nur Teile von sich, und daß die Pflanze „nicht durch Augen und Ohren bei ihrem Suchen geleitet wird, sondern durch Fühlfäden, die sie nach allen Seiten ausschickt".

Bedeutungsvoll ist dann aber weiterhin FECHNERS allgemeine Lehre vom Zusammenhang des Körperlichen und Geistigen im Sinne des psychophysischen Parallelismus — er ist dadurch recht eigentlich der Begründer dessen geworden, was als Psychophysik bezeichnet wird. Er steht hierbei ganz auf dem Boden der Atomistik wie der exakten empirischen Forschung und lehnt auch das Kantische „Ding an sich" als Hintergrund der Dinge ab, der ihm nur in dem „allumfassenden ewigen Bewußtsein, als dem Realgrund aller Dinge und alles Geschehens", liegt. Für FECHNER ist das Hauptproblem der Psychophysik, zu untersuchen: „Was gehört quantitativ und qualitativ, fern und nahe, in Körperwelt und geistiger Welt zusammen, und nach welchen Gesetzen folgen ihre Veränderungen auseinander oder gehen miteinander?" „Schon im Zendavesta", führt WENTSCHER in seinem Buche aus, „hatte FECHNER in Kürze die Grundgedanken seiner Psychophysik entwickelt. Gegenüber dem HERBARTschen Unternehmen einer „mathematischen Psychologie", das er für mißlungen hält, weil HERBART nur das der exakten Messung so schwer zugängliche Gebiet des Psychischen selbst berücksichtigt, will FECHNER eben die materiellen Phänomene, an welche die psychischen geknüpft sind, zur Unterlage der Rechnung nehmen, weil diese einen unmittelbaren Angriffspunkt für die Rechnung und Messung bieten. Und schon dort hatte FECHNER die gesetzliche Beziehung, die zwischen Physischem und Psychischem bestehe, dahin formuliert, daß „die psychische Intensität der *Logarithmus* der zugehörigen physischen Intensität sei, also in *arithmetischem* Verhältnisse fortschreite, wenn diese im *geometrischem*. Auch war dort bereits unter Verwertung und Weiterentwicklung des Bildes von der „*Schwelle* des Bewußtseins" das *Wellen*schema zur Erläuterung der Zusammenhänge des besonderen Bewußtseins mit dem Hauptbewußtsein herangezogen und waren die Diskontinuitätsverhältnisse des ersteren erläutert. Das alles soll nun in der *Psychophysik* des genaueren untersucht und experimentell erforscht werden, so daß nun für dieses Gebiet eine ähnlich exakte Grundlage geschaffen wird, wie sie die Physik für das Gebiet des Materiellen darstellt . . .

Jedenfalls hat FECHNER durch seine Begründung der Psychophysik sowie durch die überaus sorgfältigen und gründlichen Untersuchungen, die er selbst auf diesem neu entdeckten Gebiete angestellt hat, der menschlichen Erkenntnisarbeit einen in seiner Tragweite noch ganz unabsehbaren Fortschritt erschlossen.' Ob und wieweit eben dasselbe auch von seiner Weltanschauung zu gelten vermag, von dem, was er kurz als Tagesansicht gegenüber der Nachtansicht bezeichnet, kann an dieser Stelle natürlich nicht des Näheren dargelegt werden. Doch kann man auch hier WENTSCHER im großen und ganzen zustimmen, wenn er in der Kürze das Fazit also zieht: „FECHNER empfindet es als unerträglich, mit der modernen mechanistischen Naturansicht, die auch alle unsere Weltanschauung immer mehr überwuchert hat, die ganze unvergleichliche Schönheit und Größe der *Natur* bloß als einen täuschenden Schein gelten zu lassen, dem als das ‚wahre' Urbild nur jene öde, stumme und lichtlose Welt bewegter Materie entspräche. Ihn verlangt daher nach einer Weltansicht, in der diese uns tatsächlich gegebene Weltenschönheit auch als vollgültiges Moment unserer gesamten Lebenseinstellung zur Geltung käme, daß sie nicht zugunsten eines gegen sie gleichgültigen, ja nahezu feindseligen ethischen Rigorismus vernachlässigt oder gar verleugnet werden dürfte, als wäre sie bloß ein nutzloses, der eigentlichen menschlichen Bestimmung nahezu hinderliches Beiwerk der Schöpfung. Daß FECHNER in diesem Bestreben nun offenbar zu weit nach der Gegenseite geht und seinerseits darüber die spezifisch ethisch-idealistische Weltaufgabe des Menschentums zu kurz kommen läßt, mag ihm um jener wahrlich zeitgemäßen Mahnung willen wohl zugute gehalten werden. Hat er doch damit eindringlich und überzeugend genug der Weiterentwicklung der philosophischen Forschung die Bahn vorgezeichnet, auf der sie sich fruchtbar und wahrhaft fördernd zu betätigen vermag: die Herstellung vollbefriedigender Einheit und Harmonie unseres ethisch-idealischen Strebens und unserer Natur- und Weltauffassung im Sinne eines zusammengehörigen, von göttlichem Leben durchatmeten Ganzen."

* * *

Die vielfachen Berührungspunkte, welche die Gedankenwelt LOTZES mit derjenigen FECHNERS aufweist, hatte schon frühzeitig auch zu freundschaftlichen Beziehungen zwischen beiden geführt, welche bis zum Tode LOTZES, der ja schon einige Jahre vor seinem älteren Freunde dahinschied, währten. Und so hat LOTZE auch über verschiedene Schriften FECHNERS ausführliche Besprechungen veröffentlicht. Zu den wesentlich gemeinsamen Zügen in der Geistesart beider gehört vor allem die poetische Neigung, die auch LOTZE wie so manchen Großen der Vergangenheit zum echten Dichterphilosophen stempelte. Es ist charakteristisch, daß mit die allerfrühste Veröffentlichung, mit der LOTZE hervortrat (er war damals 23 Jahre alt), ein in Jahre 1840 erschienener Band Gedichte ist, in dem, neben rein Lyrischem im engeren Sinne, vor allem auch die Gedankenlyrik, wie man sie nennen könnte, eine wesentliche Rolle spielt. So findet sich hier eine Art versifizierter

Geschichte der Philosophie von THALES bis HEGEL, in welcher die Grundgedanken jedes einzelnen großen Denkers in kurzen Sondergedichten ebenso umschrieben wie beurteilt werden.

Ebenso wie FECHNER war dann aber auch LOTZE ganz beherrscht von dem Widerstreit zwischen Idealismus und Realismus und von der tief empfundenen Notwendigkeit, ihn in einer höheren Synthese zu überwinden. Und auch LOTZE nahm dabei seinen Ausgang von den Naturwissenschaften, von eben der exakten mechanistischen Naturerkenntnis, durch deren gewaltige Entwicklung die Krisis der Weltanschauung vor allem mit bedingt war. So sehr nimmt er von hier seinen Ausgang, daß in den Anfängen seiner selbständigen Entwicklung eine Reihe von Jahren hindurch LOTZES Neigung und Arbeit fast gleichmäßig zwischen der exakten naturwissenschaftlichen Forschung und der Philosophie geteilt waren. So hat er als junger Dozent in den ersten Jahren ebensowohl in der medizinischen wie in der philosophischen Fakultät Vorlesungen gehalten. Manche seiner medizinischen Vorlesungen kamen dabei natürlich auch einem philosophischen Interesse entgegen, wie die über „Allgemeine Pathologie und Therapie" oder über „Nervenkrankheiten", in welchen die leiblichen Grundlagen des seelischen Lebens wesentlich mit behandelt wurden; und ebenso befaßte sich ein wesentlicher Teil seiner Vorlesungen auf philosophischem Gebiete mit solchen Themen, die mit dem Bereich des Naturgeschehens im engeren Zusammenhange standen, wie „Naturphilosophie", „Anthropologie', auch „Psychologie" im Sinne der empirischen, z. T. experimentellen Forschung. Doch gab es daneben auch Vorlesungen, in denen solche nähere Beziehungen naturgemäß ganz fehlten, wie in der Philosophie solche über Logik und Enzyklopädie. Auch die schriftstellerische Tätigkeit LOTZES umfaßte eine Reihe von Jahren hindurch beide Gebiete, Medizin wie Philosophie. So ließ er 1841 eine „Metaphysik" erscheinen, der dann schon im nächsten Jahre eine „Allgemeine Pathologie und Therapie" folgte; 1843 gab er eine „Logik" heraus, und ungefähr gleichzeitig schrieb er für WAGNERS „Handwörterbuch der Physiologie" zwei größere Artikel, über „Leben, Lebenskraft" und über „Instinkt". Noch im Jahre 1851 läßt er eine Schrift „Allgemeine Physiologie des körperlichen Lebens" erscheinen, sowie im folgenden Jahre eine „Medizinische Psychologie oder Physiologie der Seele".

Von vornherein aber tritt auch schon in dieser Frühperiode eben jene Grundtendenz hervor, die sich in der späteren, ganz philosophisch gerichteten Einstellung LOTZES zeigt, eben jene Grundtendenz, die er ja auch mit FECHNER gemeinsam hat: die Richtung auf eine Synthese von Idealismus und Realismus. Dabei zeigt sich, teilweise im Unterschiede zu FECHNER, die Gedankenarbeit LOTZES, seiner besonderen Geistesart entsprechend, durchgängig wesentlich straffer, konzentrischer, auch systematischer und darum bedeutend einheitlicher. Und so hat er es dann auch vermocht, seine Gedankenwelt in zwei großen systematischen Werken darzulegen, dem freilich unvollendet gebliebenen „System der Philosophie" und dem „Mikrokosmos", dem bedeutendsten und seine Gedankenwelt am klarsten und einheitlichsten spiegelnden seiner Werke. Und es ist ein durchaus neuartiger und eigenartiger Gedankenbau, der hier sich vor Augen stellt. WENTSCHER, der ebenfalls betont, daß LOTZE die Grundbestandstücke seiner Weltanschauung nicht erst den Studium fremder philosophischer Werke und Lehrmeinungen verdanke, sondern daß er sie ganz wesentlich im eigenen Sinnen und Nachdenken sich erarbeitet habe, meint, er sei dennoch einem einzigen fremden Geiste und dessen Einwirkung, vor allem natürlich in der Frühperiode, unterlegen: es ist „der Geist des großen Dichterfürsten, dessen Hinscheiden im Jahre 1832 ihm dann auch wohl den ersten Anstoß gegeben haben mag, sich in jenen Bahnen dichterischen Philosophierens zu versuchen, auf welche eigene Anlage wie übermächtige Neigung ihn hinzuweisen schienen. An GOETHE in der Tat erinnert uns der jene Jugendschriften LOTZES durchziehende Gedanke, daß alles Wirkliche, Leben und Seele, alles, was wir sehen und fühlen, Geist sei. Überhaupt ist es der GOETHE'sche Pantheismus mit seiner innigen Einheit von Gott und Natur und seiner anderseits doch so lebendigen Gottesauffassung, der auch den jungen LOTZE aufs mächtigste ergreift. Und die gelegentliche Benennung dieser Gottheit als „Allumfasser", wie die nähere Deutung ihres Waltens im Geiste der Liebe zeigt unverkennbar GOETHE'schen Einfluß, den auch die geringeEinschätzung des menschlichen Wissensstolzes gegenüber dem, „was aus eigener Seele quillt", deutlich genug merken läßt."

Indessen, so zutreffend auch vieles in diesen Anmerkungen ist, und so sehr auch gewiß ein starker Einfluß GOETHES (ebenso wie auch ein solcher SPINOZAS) anerkannt werden muß, so darf er doch nicht überschätzt werden. Nicht weniger stark und nachhaltig waren doch vor allem die Einwirkungen, von den beiden Seiten her, in deren fruchtbarer Synthese er alsdann seine Lebensaufgabe erblickte: einerseits der Idealismus SCHELLINGscher und HEGELscher Richtung — hier hat ganz besonders auch CHR. HERMANN WEISSE sehr stark auf ihn gewirkt — anderseits die realistische Grundrichtung im Gefolge der modernen Naturwissenschaft.

Der Grundrichtung dieser Synthese folgt LOTZE alsdann in durchaus selbständiger Art, indem er vor allem die Fülle der Problematik aufdeckt, sie ebenso im ganzen einheitlich gestaltet, wie im einzelnen durchforscht, und so auch da noch Bedeutungsvolles erreicht, wo ihm die Lösung einzelner Probleme oder Problemreihen noch nicht gelingt. In dieser Art erkennt er etwa mit den großen Vertretern des klassischen Idealismus die Bedeutung der Ideen durchaus an, aber von der mechanistisch-kausalen Betrachtungsweise her be-

tont er auch immer wieder z. B. die Unfähigkeit der Ideen, von sich aus irgendeine Wirkung hervorzubringen: „Die Idee, als das Seinsollende, hat keine Kraft der Gliedmaßen, um die Teile, denen sie als Ganzes vorangeht, zusammenzutreiben", sie „setzt den kausalen Zusammenhang der Dinge als das Mittel ihrer Realisierung voraus." So stellt er schon frühzeitig dem Panlogismus HEGELS eine Art Panethizismus gegenüber und erklärt geradezu: „Der Anfang der Metaphysik liegt nicht in ihr selbst, sondern in der Ethik." Und wenn er auf der anderen Seite immer wieder die Bedeutsamkeit des Mechanismus betont und auch das Gesamtgebiet des Organischen in keiner Weise von ihm ausgeschlossen, ja es seiner Gesetzlichkeit restlos, ganz ebenso wie das Anorganische, ihm unterworfen wissen will, so betont er doch ebenso immer wieder, daß dieser Gedanke der universellen Bedeutung und Ausdehnung des Mechanismus einer kritischen Durchleuchtung von noch höherer Warte aus bedarf, vor allem in der Hinsicht, der Mechanismus sei doch eben „nur das *Mittel*, nicht aber der *bewegende Grund* der Erscheinung"; dies letztere so wenig, daß er den Nachweis zu erbringen sucht, „wie ausnahmslos universell die Ausdehnung und zugleich wie völlig untergeordnet die Bedeutung der Sendung ist, welche der Mechanismus in dem Baue der Welt zu erfüllen hat".

Gilt diese Grundeinstellung für LOTZE schon ganz allgemein für die Totalität alles Seienden, so naturgemäß erst recht und in ganz besonderem Maße für den Gesamtbereich des menschlichen Seins und Lebens. Eben der *Mensch* aber ist es, der im Mittelpunkte seines Denkens steht; also nicht der Makrokosmos, sondern, wie es schon der Titel seines Hauptwerkes zum Ausdruck bringt, der Mikrokosmos. Und darum konnte er diesem seinem Hauptwerke sogar den bezeichnenden Untertitel „Versuch einer Anthropologie" geben. Und LOTZE ist sich dabei selbst bewußt, in seinem Werke gewissermaßen ein Seitenstück zu geben, einerseits zu ALEX. V. HUMBOLDTS „Kosmos", anderseits zu HERDERS „Ideen zur Philosophie der Geschichte der Menschheit"; auch insofern namentlich ein Seitenstück zu beiden, als er ebensowohl das Naturleben wie das geschichtliche Leben zur Stütze seiner Weltanschauung heranzieht und beiden scheinbar so ganz entgegengesetzten Sphären des Seins, wie den beiden zugewandten, scheinbar so unvereinbaren, gesonderten Betrachtungs- und Erkenntnisweisen ihr Recht zuteil werden läßt.

So sehr läßt LOTZE beiden Seiten ihr Recht zuteil werden, daß er zunächst auch im „Mikrokosmos" die mechanistische Weltansicht nach allen Seiten würdigt und bestätigt. So wie diese es aufzeigt und darstellt, ist es in der Tat: die Natur erscheint immer mehr als ein „wunderbarer Automat" höchster Vollkommenheit und läßt insoweit kaum noch Raum für das unterscheidend Menschliche. Und mit das Wertvollste hierbei ist das Gelten allgemeiner Gesetze, das Hauptmoment der mechanistischen Weltansicht, und die Unfehlbarkeit gleichsam dieses gesetzmäßigen Ablaufs alles Geschehens, aller tatsächlichen Wirksamkeit und des Zusammenspiels der physischen Kräfte. Und dies alles gilt dann auch natürlich ebenso für den Bereich des Lebendigen, also auch für den Bau und die Lebensbetätigungen des menschlichen Organismus. Auch der lebendige Körper also, wie der des Menschen, ist eine Maschine, denselben mechanistischen Gesetzen unterworfen wie alles andere Seiende, wo immer es sich zeigt.

Aber dem tritt nun ein ganz anderer Faktor bestimmend zur Seite: das *Seelische*. Zwar ist auch dieses vom Mechanismus durchzogen — wie in der einfachen Assoziation von Vorstellungen —, aber es ruht nicht auf ihm, ist nicht von ihm abhängig, dadurch bedingt. Vielmehr, so weit nun diese Frage des Bedingtseins überhaupt aufzuwerfen ist, kann sie bei näherer Prüfung nur zu Gunsten des Seelischen entschieden werden. Das ergibt sich schon aus jenem unvergleichlichen und alles Körperliche weithin überragenden Moment, das sich uns in der Einheit des Bewußtseins darstellt; weiterhin in der einfachen Tatsache, daß alles Körperliche, als subjektiv, als bloße Erscheinung — hier steht LOTZE ganz auf dem Boden des KANTischen Idealismus — eben jenem Bewußtsein durchaus untergeordnet ist, ebensowohl im einzelnen wie im allgemeinen (auch hier folgt LOTZE der KANTischen Lehre) durch die Idealität von Raum und Zeit.

Und so sucht denn LOTZE schließlich in weiteren Gedankengängen, die vielfach der Grundrichtung der LEIBNIZ'schen Monadologie folgen, zu zeigen, daß das eigentlich Seiende im Grunde nur das Seelische ist. „Aller Mechanismus des Physischen oder der Außenwelt, einschließlich unseres eigenen Körpers, kann so, wie er sich der Erfahrung darstellt, immer nur als ein System von Mitteln für die Betätigung des seelischen Lebens in der Umwelt verstanden werden. Das Reich der Geister erst ist das eigentlich Seiende das, was allem anderen allererst Sinn und Zweck verleiht." Dies gilt ebensowohl in den engeren Zusammenhängen des menschlichen Lebens, hier also auch namentlich des geschichtlichen Lebens, wie in den weitesten Zusammenhängen alles Seins und Lebens. Alles Endliche also — hier berührt sich LOTZE besonders nahe mit dem Pantheismus SPINOZAS — hat nur unselbständige Existenz gegenüber dem Unendlichen, ist „nur Geschöpf jener schaffenden Kraft selbst. Alles Geschehen, welchen Namen es tragen mag, ist nur als die innerliche Regsamkeit eines einzigen Unendlichen zu betrachten ... Und nur so viel und nur eine solche Fähigkeit des Wirkens wird deshalb jedes einzelne besitzen, wie viel und welche das Unendliche ihm als seinen Beitrag zu der Verwirklichung des Ganzen zugesteht." Oder in anderen Wendungen: „Nur das *ist*, was in dem vernünftigen Zusammenhang der *ewigen Idee* seine Stelle hat ... Alles Endliche überhaupt besitzt den erklärenden Grund des Triebes, von dem es bewegt wird, nur in dem Gedanken der *Weltseele*, den es verkörpert."

Alle diese und ähnliche Gedankengänge weisen deutlich auf jenes Ziel hin, das LOTZE immerfort vor Augen stand: alles Sein synthetisch — einheitlich auch in einheitlich — geschlossener Erkenntnis zu verknüpfen. Man kann sagen, daß er dieses Ziel im höchsten Sinne nicht erreicht hat, aber unter den besonderen Bedingnissen der geistigen Struktur damaliger Zeit seine außerordentliche Bedeutung keinen Augenblick verkannte. Noch in seinen letzten Werken, dem unvollendet gebliebenen „System der Philosophie", weist er darauf hin: „Die Aufgabe synthetischer und dennoch notwendiger Entwicklung synthetischer Wahrheiten aus einem höchsten Prinzip ist vielleicht schon in noch unbestimmter Ahnung die Aufgabe platonischer Dialektik gewesen; mit Recht kann man sie für das Ziel halten, dem HEGELS Erneuerung dieser antiken Bestrebung galt. Über diese Versuche, welche Deutschland einst begeisterten, ist die Gegenwart sehr nüchtern zur Tagesordnung übergegangen, zu der unablässigen empirischen Forschung, deren Unvollkommenheit den gewagten Flug dieses Idealismus lähmte; auch hatte er darin ohne Zweifel Unrecht, für vollendet und vollendbar anzusehen, was wir nur als das letzte Ziel einer der Vollendung sich nähernden Erkenntnis betrachten können. Aber im Angesicht der allgemeinen Vergötterung, die man jetzt der Erfahrung um so wohlfeiler und sicherer erweist, je weniger es noch jemanden gibt, der ihre Wichtigkeit und Unentbehrlichkeit *nicht* begriffe, im Angesicht dieser Tatsache will ich wenigstens mit dem Bekenntnis, daß ich eben jene vielgeschmähte Form der spekulativen Anschauung für das höchste und nicht schlechthin unerreichbare Ziel der Wissenschaft halte, und mit der Hoffnung schließen, daß mit mehr Maß und Zurückhaltung, aber mit gleicher Begeisterung sich doch die deutsche Philosophie zu dem Versuche immer wieder erheben werde, den Weltlauf zu *verstehen* und ihn nicht bloß zu *berechnen*."

Aber wenn er auch dieses höchste Ziel selbst nicht erreichte, so hat LOTZE doch auf dem Wege zu ihm eine Fülle von Ideen, weitreichenden Gedanken und Anregungen ausgestreut, die vor allem durch die Weite des geistigen Blickes und die völlige Unabhängigkeit und Freiheit des Geistes immer wieder fesseln und nachhaltig wirken müssen. In dieser Hinsicht gilt auch von ihm, was LESSING einmal von LEIBNIZ sagt: „Seine Begriffe von der Wahrheit waren so beschaffen, daß er es nicht ertragen konnte, wenn man ihr zu enge Schranken setzte ... Eben darum halte ich ihn so wert; ich meine wegen dieser großen Art zu denken, und nicht wegen dieser oder jener Meinung, die er nur zu haben schien oder wirklich haben mochte."

Über die Gitterlagen in deformierten Metallkrystallen und Krystallhaufwerken.

Von G. SACHS und E. SCHIEBOLD, Berlin-Dahlem.

Plastische Deformation führt bei Krystallen zu Orientierungsänderungen und bei Krystallhaufwerken zu einer Gleichrichtung der Gitterbereiche in krystallographisch ausgezeichnete Lagen, zu einer „Deformationstextur"[1]. Untersucht sind bisher die durch Ziehen durch eine Düse („Ziehtextur") und die durch Walzen („Walztextur") bewirkte Anordnung[2]. Im folgenden sei über die Ergebnisse einiger Versuche berichtet, bei denen an Krystallen und Krystallhaufwerken von Aluminium die bisher beobachteten Deformationstexturen nachgeprüft und einige neue festgestellt sind.

Fig. 1 zeigt die DEBYE-SCHERRER-Aufnahme[3] eines ausgeglühten Aluminiumbleches mit statistisch ungeordnetem Korn. Die einheitlich reflektierenden Bereiche (Körner) des Krystallhaufwerkes sind so groß, daß die Reflexionskreise der verschiedenen Flächen in Pünktchen aufgeteilt sind. Die Bedeutung der einzelnen Kreise ist in Fig. 1 durch Beschriftung [Strahlung K_α und K_β von Molybdän, Flächenkomplex in ( )] gekennzeichnet. Bei sehr feinem Korn sind die Kreise stetig geschwärzt. Ein gleiches Bild gibt eine Lagenmannigfaltigkeit, bei der die Gitterbereiche um den Röntgenstrahl rotationssymmetrisch angeordnet sind. In anderen Durchleuchtungsrichtungen zeigen auch solche „Fasertexturen" wie alle Deformationstexturen entsprechend Fig. 2—11 eine ungleiche Schwärzung der DEBYE-SCHERRERkreise. Die den Röntgenaufnahmen beigegebenen Skizzen veranschaulichen die Lage des Röntgenstrahls (R.-Str.) zum Präparat. Aus der Lage der Intensitätsmaxima und Intensitätsminima läßt sich dann an Hand einer oder einiger weniger Aufnahmen die Anordnung bestimmen[1]. Die Beschreibung erfolgt in der Weise, daß Krystallagen angegeben werden, um die die Gitterteilchen meist mit erheblicher Streuung angeordnet sind.

An *Fasertexturen* des Aluminiums wurde die *Ziehtextur* gezogener Drähte bestätigt, bei der die Gitterteilchen mit [111] parallel zur Ziehrichtung liegen[2]. Krystalle und Krystallhaufwerke verhalten

[1]) Vgl. M. POLANYI, Die Naturwissenschaften **9**. 337—340. 1921 u. **10**. 411—416. 1922. Wir verstehen unter Textur die Anordnung und Verteilung der Gefügeelemente im Gegensatz zu Struktur, die die Gestalt, die Abgrenzung und den Feinbau der Krystalle umfaßt.

[2]) Vollständige Literatur bei R. GLOCKER, Zeitschr. f. Phys. **31**, 386—410. 1925. Nach Abschluß der Untersuchung ist uns die Arbeit von A. ONO (Mem. Coll. Eng. Kyushu Imp. Univ. **3**, 195—224. 1925) bekannt geworden, in der über die Deformationstextur nach Zug-, Druck- und Torsionsversuchen an Aluminium und Kupfer berichtet wird.

[3]) Die Aufnahmen wurden mit einer Lilienfeldröhre und Radio-Silexapparatur von KOCH und STERZEL (6 KW 500 Per.) hergestellt. Es wurde die K-Strahlung des Molybdäns verwendet bei ca. 73 000 Volt eff. unt 8 mA, Belichtungsdauer ca. 1 Stunde.

[1]) Literatur bei R. GLOCKER (a. a. O.).

[2]) M. ETTISCH, M. POLANYI und K. WEISSENBERG, (Zeitschr. f. Phys. **7**, 181—184. 1921; Zeitschr. f. phys. Chemie **99**, 332—337. 1921) fanden eine zweite, weniger stark vertretene Lage mit [100] parallel der Faserachse, die hier nicht in merklichem Betrage auftritt.

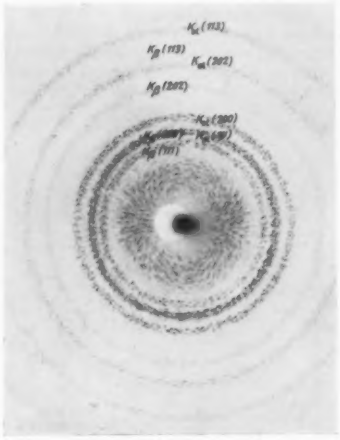


Fig. 1. DEBYE-SCHERRER-Aufnahme eines geglühten Aluminiumbleches mit statistisch ungeordnetem Korn. (Den einzelnen DEBYE-SCHERRER-Kreisen ist die Strahlung (K_α bzw. K_β von Mo) und der Flächenkomplex, dem sie zugehören, beigeschrieben. Die Flecken im Zentrum des Bildes rühren von kontinuierlicher Strahlung her (Lauebild), die der Molybdänstrahlung beigemengt ist. Die eigenartige Gestalt und Anordnung der Flecken beruht auf der Divergenz der Röntgenstrahlung.)

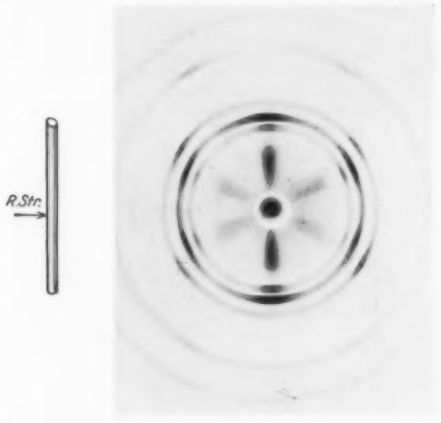


Fig. 3. DEBYE-SCHERRER-Aufnahme eines durch eine Düse gezogenen Aluminiumkrystalls in Drahtform (gezogen von 4,87 mm Durchmesser auf 0,93 mm = 96,4% Querschnittabnahme).

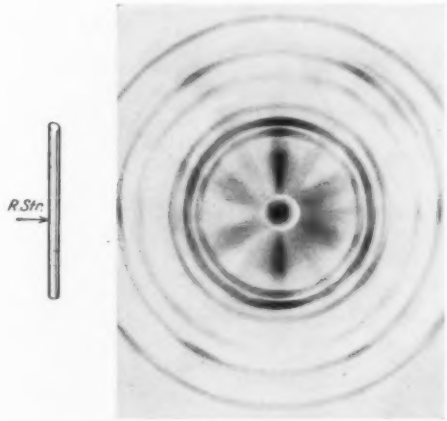


Fig. 2. DEBYE-SCHERRER-Aufnahme eines durch eine Düse gezogenen Aluminiumdrahtes (gezogen von 4,75 mm Durchmesser auf 0,95 mm = 96,0% Querschnittabnahme).

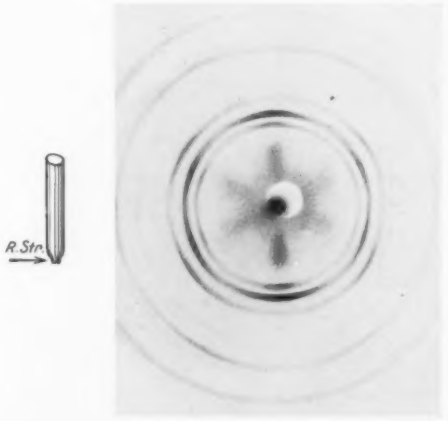


Fig. 4. DEBYE-SCHERRER-Aufnahme des Fließkegels eines zerrissenen Aluminiumdrahtes.

sich hierbei, wie Fig. 2 und 3 zeigen, ganz gleichartig. Auch die *Zugtextur* im Fließkegel eines Zerreißstabes ist nach Fig. 4 die gleiche wie die Ziehtextur, jedoch weniger scharf ausgeprägt. Bei der durch Stauchen bewirkten *Drucktextur* liegen die Gitterteilchen nach Fig. 5 mit [110] parallel zur Druckrichtung. Durch Verdrillen bis zum Bruch entsteht eine, wie Fig. 6 zeigt, nicht sehr gut ausgebildete *Torsionstextur*, bei der die Gitterteilchen größtenteils mit [111] und zum geringeren Teil auch mit [100] parallel zur Längsachse liegen. Jedoch ist hierbei nicht klar, wieweit die beim Verdrillen von Drähten stets eintretende Längung eine Rolle spielt.

Die *Walztextur* von Aluminiumhaufwerken ist eine Zwillingslage[1]), bei der, wie aus Fig. 7 hervorgeht, [112] mit einer Abweichung von einigen Graden in der Walzrichtung und [110] senkrecht zur Walzebene liegt. Krystalle stellen sich, wie Fig. 8 zeigt, beim Walzen in die Nähe einer der beiden Zwillingslagen der Walztextur des Haufwerkes ein.

Hochsymmetrische Deformationstexturen lassen sich durch Superposition von Deformationen kleinen Betrages in verschiedenen Richtungen erzielen. So führt das wechselseitige Stauchen von Aluminiumwürfeln senkrecht zu den drei Würfelflächen zu einer dreifachen Anordnung, bei der die Lage der Gitterteilchen aus der Stellung des Probewürfels durch Drehung um 45° in je einer der drei Würfelflächen hervorgeht. Diese Anordnung besitzt, wie aus den Aufnahmen Fig. 9

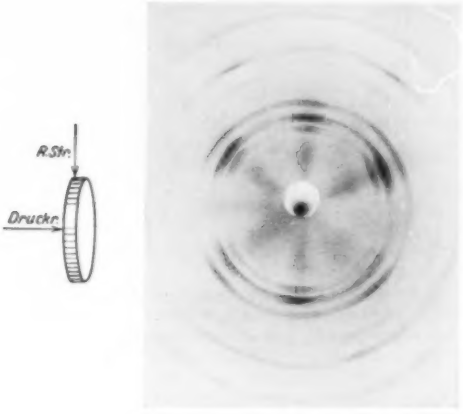


Fig. 5. DEBYE-SCHERRER-Aufnahme einer gedrückten Aluminiumprobe (gestaucht von 40 mm Höhe auf 7,57 mm = 81% Querschnittabnahme).

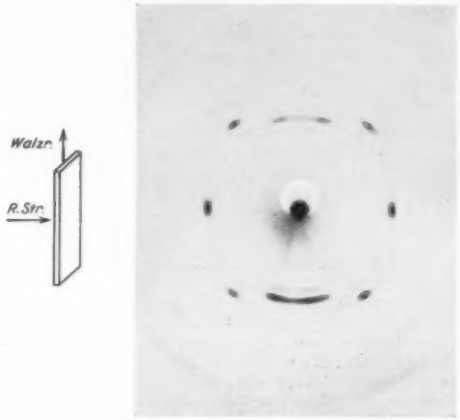


Fig. 7. DEBYE-SCHERRER-Aufnahme eines gewalzten Aluminiumbleches (gewalzt von 20,5 mm Stärke auf 0,11 mm = 99,5% Höhenabnahme).

Fig. 6. DEBYE-SCHERRER-Aufnahme eines bis zum Bruch tordierten Aluminiumdrahtes. (Anfangsabmessungen: Durchmesser 1,10 mm, Länge 50 mm. Tordiert 75 Umdrehungen.)

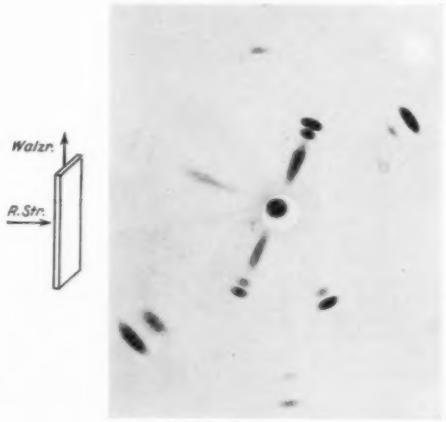


Fig. 8. DEBYE-SCHERRER-Aufnahme eines gewalzten Aluminiumkrystalles in Blechform (gewalzt von 1,0 mm Stärke auf 0,04 mm = 96% Höhenabnahme).

bis 11 in Richtung einer Würfelkante, einer Würfelflächendiagonale und einer Würfeldiagonale des Probewürfels hervorgeht, die Symmetrie des Würfels.

Ein Krystallstäbchen verändert beim Zugversuch

[1]) H. MARK und K. WEISSENBERG, Zeitschr. f. Phys. **14**, 328–341. 1923; **16**, 314–318. 1923 u. R. GLOCKER, Zeitschr. f. Phys. **31**, 336–410. 1925.

seine Orientierung in der Weise, daß sich eine [112]-Richtung seiner Gitterelemente in die Richtung der Längsachse, also die Richtung der größten Längung einstellt[1]). Der Mechanismus dieser Einstellung ist bei größeren Verformungen abwechselndes Gleiten

Fig. 9. Durchleuchtung in Richtung einer Würfelkante des Probewürfels (vierzählige Achse).

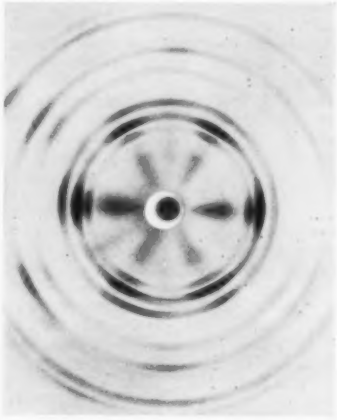


Fig. 11. Durchleuchtung in Richtung einer Würfelflächendiagonale des Probewürfels (zweizählige Achse).

auf zwei Oktaeder (111)-Flächen in [110]-Richtungen, deren Symmetrale die [112]-Richtung ist. Im Krystallhaufwerk stellen sich hingegen die Krystalle mit einer [111]-Richtung in die Richtung größter Längung ein. Da [111] die Symmetrale von *drei* (111)-Flächen, bzw. *drei* [110]-Richtungen ist, muß die gegenseitige Behinderung der Krystalle im Krystallhaufwerk auch Gleitung auf einer dritten (111)-Fläche bewirken[1]). In Übereinstimmung mit dieser Annahme steht unsere Beobachtung, daß auch der durch eine Düse gezogene, also in seiner freien Beweglichkeit gehinderte Krystall

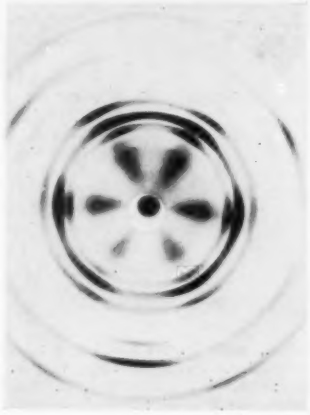
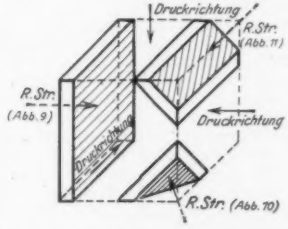


Fig. 10. Durchleuchtung in Richtung einer Würfeldiagonale des Probewürfels (dreizählige Achse).



Lage der Durchleuchtungsrichtungen (R.-Str.) zum wechselseitig gestauchten Aluminiumwürfel.

Fig. 9—11. DEBYE-SCHERRER-Aufnahmen eines wechselseitig gestauchten Aluminiumwürfels (Kantenlänge 6,5 mm. 70 × gestaucht um insgesamt 235%).

[1]) G. J. TAYLOR und C. F. ELAM, Proc. of the Roy. Soc. **102** A, 643—667. 1923 u. **108** A, 28—51. 1925.

[1]) M. POLANYI, Zeitschr. f. Phys. **17**, 42—53. 1923 u. K. WEISSENBERG, Zeitschr. f. Krystallogr. **61**, 58 bis 74. 1925.

[111] und [112] weichen um 19° 28′ voneinander ab. Die scheinbare Willkür in der Endeinstellung erklärt sich folgendermaßen. Der ungestörte Krystall flacht sich beim Einstellen von [112] in die Richtung größter Längung senkrecht zu dieser Richtung ab. Ähnlich flachen sich auch beim Walzen alle Krystalle senkrecht zur Richtung größter Längung ab. Ist die Abflachung hingegen, wie bei den Krystallen des zerrissenen Haufwerks oder bei dem durch eine Düse gezogenen Krystall und Krystallhaufwerk verhindert, so ist dies gleichwertig mit einem zusätzlichen Zug in der Abflachungsrichtung. Hierdurch wird aber die wirk-

sich ebenso wie die Krystalle des Krystallhaufwerks mit [111] in die Richtung größter Längung einstellt.

same Schubspannung in den beiden bevorzugten Gleitebenen herabgesetzt und es tritt eine dritte Gleitebene in Aktion. Oder in anderen Worten: Eine gleichmäßige Verjüngung des Querschnitts verlangt Gleitung auf mindestens 3 Ebenen.

Die Torsionsstruktur kann nun ebenfalls gedeutet werden. Die Richtung größter Längung eines Krystallelementes bei der Torsion eines runden Stabes liegt in deren Tangentialebene senkrecht zur Längsachse. Diese Richtung ist gleichzeitig die Richtung der größten Schubspannung (einfacher Schub!). Dies bedeutet aber, daß abweichend von allen anderen angewendeten Verformungsvorgängen, eine einmal in Aktion getretene Gleitbewegung nicht mehr von einer anderen abgelöst wird. Es muß sich dann die Gleitrichtung [110] in die Richtung größter Längung einstellen. Die gefundene Anordnung ist damit in guter Übereinstimmung, da die der Längsachse parallele Richtung [111] (und auch [100]) auf [110] senkrecht steht.

Die Druckstruktur läßt sich mit der Zug- und Ziehstruktur dadurch verknüpfen, daß auch beim Druck in die Richtungen größter Längung der Gitterteilchen, d. h. in die Druckebene, [111] und [112]-Richtungen zu liegen kommen, da [110] auf [111] und [112] senkrecht steht. Umgekehrt läßt sich auch sagen, daß die Richtung der stärksten Stauchung, also der stärksten Verringerung der Abmessungen, in allen Fällen [110]-Richtungen sein können.

Auch bei der Walzstruktur ist die Richtung größter Stauchung der Gitterelemente eine [110]-Richtung. Die Richtung größter Längung, also die Walzrichtung, liegt hier nahe an einer [112]-Richtung der Teilchen mit einer Abweichung von einigen Graden zu [111].

Die durch wechselseitigen Druck bewirkte Anordnung der Gitterteilchen läßt sich schließlich als Überlagerung von 3 Druckstrukturen zu jeder der drei Druckrichtungen auffassen, von der sie die stärkst vertretenen Lagen darstellt.

Der Notgemeinschaft der Deutschen Wissenschaften sei für die Unterstützung der Arbeit besonders gedankt.

Besprechungen.

ENGLER, A., und K. PRANTL, **Die natürlichen Pflanzenfamilien.** Zweite Auflage von A. ENGLER. 11. Band: *Musci* (Laubmoose), 2. Hälfte. Von V. F. BROTHERUS. Leipzig: Wilhelm Engelmann 1925. 542 S., mit Register zum 10. und 11. Bande und 376 Figuren. 17 × 24 cm. Preis geh. 34, geb. 40 Goldmark.

Mit dem vorliegenden Bande schließt die Bearbeitung der Laubmoose in der neuen Auflage des „ENGLER-PRANTL" ab. Die im 10. Bande begonnene große Gruppe der *Eubryinales* wird mit den Reihen der *Isobryales*, *Hookeriales* und *Hypnobryales* zu Ende geführt, worauf die eigenartige Gruppe der *Buxbaumiinales* und die am höchsten differenzierte Moosgruppe der *Polytrichinales* den Band beschließen. Der Verf. hat in den großen Abteilungen das zur Zeit beste phylogenetische Moossystem, das MAX FLEISCHER im 4. Bande seiner „Musci von Buitenzorg" aufgestellt hatte, auch in diesem Bande durchgeführt, in den kleineren Gruppen aber seine persönlichen Auffassungen gewahrt. Bei den außerordentlichen Schwierigkeiten, die gerade die Moose ihrer zureichenden Systematisierung entgegensetzen, ist ein endgültiges System bei dieser Gruppe ein für mehr als absehbare Zeiten anzustrebendes, aber nicht erreichbares Ideal. Der durch FLEISCHERS Arbeiten erreichte Fortschritt, wie er sich jetzt in seinem von BROTHERUS adoptierten System ausspricht, und dem die gleichmäßige Beachtung aller Organe der Moose zugrunde liegt, ist jedoch größer als alle Stufen, die das Moossystem bisher auf seinem Wege erklommen hatte. Demgegenüber fallen manche Ausstellungen (wie z. B. die Übernahme von zum Teil nun doch veralteten Abbildungen aus älteren Werken, die sich aber mit der Ungunst der Zeiten entschuldigen läßt) wenig ins Gewicht. Wir haben das Werk als Ganzes zu würdigen, und da ist mit Genugtuung und Freude zu sagen, daß die deutsche Mooslitteratur, die stets die Führung hatte, die sie aber durch die Wirkung des Krieges zu verlieren in Gefahr war, durch das vorliegende und das Werk M. FLEISCHERS wieder an die Spitze getreten ist!

L. LOESKE, Berlin.

JAHN, E., **Beiträge zur botanischen Protistologie.** 1. Polyangiden. Berlin: Gebr. Borntraeger 1924. 107 S., 14 Abb. und 2 Tafeln. 17 × 26 cm. Preis 9,75 Goldmark.

Zu den Formen, mit denen der Biologe meist wenig anzufangen weiß, weil sie sich seinem System schlecht einfügen lassen, gehört die Klasse der Polyangiden oder, wie man sie bislang bezeichnete, die Familie der Myxobacteriaceae. Nur durch sehr wenige und dazu vielfach sehr ungenaue Arbeiten wußten wir bisher von dieser eigenartigen Organismengruppe, die auf faulenden Pflanzen- usw. Resten lebt und die bald den Schleimpilzen, bald den Bakterien zugerechnet wurde; so ist die hier vorliegende monographische Durcharbeitung durch Verf. doppelt begrüßenswert. Das Avancement der Polyangiden von einer Familie zu einer selbständigen Klasse drückt schon ein Hauptergebnis dieser monographischen Bearbeitung aus: die gegenüber unseren bisherigen Annahmen viel größere Mannigfaltigkeit und selbständigere systematische Stellung der Polyangiden. Verf. sieht in den Polyangiden Spaltalgen, die im Zusammenhang mit ihrer saprophytischen Lebensweise im Verlauf der Phylogenie farblos geworden sind.

WALTER ZIMMERMANN, Tübingen.

HEGI, G., **Rebstock und Wein.** München: L. F. Lehmann 1925. S. 349—427 und 44 Abbild. 19 × 27 cm. Preis kartoniert 4, geb. 5 Goldmark.

Als Sonderdruck aus HEGIS breit angelegter „Flora von Mitteleuropa" erscheint der Abschnitt „Rebstock und Wein". Wir erhalten damit eine etwa 80 Seiten starke, übersichtliche und gut illustrierte Monographie des Weinstocks, der ja durch seine wirtschaftliche und kulturelle Bedeutung zu einer eingehenden Bearbeitung besonders einladet. Nach einer Übersicht über die Systematik und Morphologie der Vitaceen wird die Geschichte des Weinbaues behandelt. Die verschiedenen Kultursorten der Rebe, die pflanzengeographische Bedeutung der Weinberge, ihre Begleitpflanzen und -tiere, die einzelnen Anbauformen der Rebe finden ihre Darstellung. Kurz wird dann die Herstellung des Weines geschildert und die wirtschaftlich so bedeutungsvollen Rebkrankheiten und -schädlinge dargestellt. Zum Schluß wird die augenblickliche Ausbreitung des Weinbaues auf der Erde behandelt. Mannigfache Hinweise auf die Bedeutung von Rebe und Wein in der Kulturgeschichte und Kunst vervollständigen die Schrift, die bei aller botanischer Gründlichkeit leicht und anregend zu lesen ist.

W. KOTTE, Freiburg i. B.

BURGERSTEIN, ALFRED, **Die Transpiration der Pflanzen.** III. Teil. Jena: Gustav Fischer 1925. VI, 63 S. Preis 3 Goldmark.

Die Broschüre stellt das zweite Supplement zu der sehr nützlichen zusammenfassenden Darstellung des Verf.s dar. Ursprünglich war, wie BURGERSTEIN einleitend bemerkt, ein umfangreicherer Ergänzungsband geplant, indessen hat er sich infolge persönlicher Verhältnisse schon jetzt zu einer Bearbeitung entschlossen, die den Sinn hat, den sich sehr rasch überhäufenden neueren Forschungen Rechnung zu tragen. Den Grundstock der Broschüre bildet eine nach Teilfragen geordnete allgemeine Übersicht über die wesentlichen Neuergebnisse. Es folgt dann eine Literaturliste (Nr. 900—1062) und anhangsweise ein Verzeichnis der inzwischen erschienenen Arbeiten über Osmose und Permeabilität, zwei Erscheinungsgebiete, die ja sehr nahe Berührung zu der Transpiration haben. Da auch die ausländische Literatur in weitgehendem Maße berücksichtigt ist, so wird die Broschüre zur allgemeinen Information wichtige Dienste leisten, besonders im Zusammenhang mit den beiden vorhergehenden Bearbeitungen.

P. STARK, Freiburg i. Br.

Zuschriften und vorläufige Mitteilungen.

Über die Explosionshypothese von H. Pettersson.

Vor einiger Zeit stellte PETTERSSON[1]) eine Hypothese auf, welche den Vorgang der Atomzertrümmerung zu erklären sucht. Diese, von ihm „Explosionshypothese" genannt, faßt die Atomzertrümmerung als eine Explosion auf, welche durch das vom Kern aufgenommene α-Teilchen eingeleitet wird. Aus dieser Hypothese lassen sich einige Folgerungen ableiten, welche experimentell geprüft werden können.

1. Nach der Explosionshypothese, welche das Herauswerfen eines H-Teilchens mit dem Einfallen eines α-Teilchens sekundär verbindet, sollte wohl die Energie der H-Teilchen E_H faßt unabhängig von derjenigen der α-Teilchen E_α sein. Bekanntlich wird im Gegenteil die Energie der H-Teilchen direkt durch die Energie der α-Teilchen bestimmt, wie nachfolgende Tabelle 1 zeigt, welche nach RUTHERFORDS Messungen[2]) berechnet ist.

Tabelle 1.

Stickstoff:

E_α	14,1	12,3	11,0	9,6
E_H	11,2	9,6	8,4	7,3
$E_\alpha - E_H$	2,9	2,7	2,6	2,4

$\}\ 10^{-6}$ erg

Aluminium:

E_α	14,1	12,3	11,0
E_H	18,6	16,4	14,0
$E_\alpha - E_H$	− 4,5	− 4,1	− 3,0

$\}\ 10^{-6}$ erg

Die letzte Zeile gibt die Differenz der Energien an, die angenähert konstant ist, auch im Falle des Aluminiums, wo diese Differenz negativ ist.

2. Die Explosionshypothese fordert, daß die Geschwindigkeit mit welcher das H-Teilchen den Kern verläßt, unabhängig ist von dem Winkel, welchen es mit der Bahn des einfallenden α-Teilchens bildet. Da aber die beobachtete Geschwindigkeit von diesem Winkel abhängt, so muß der Kern nach der Aufnahme des α-Teilchens eine eigene Geschwindigkeit besitzen. Dieselbe muß gleich der Geschwindigkeitsdifferenz der nach vorwärts und unter rechtem Winkel ausliegenden H-Teilchen sein. Die Kerngeschwindigkeit nach der Aufnahme des α-Teilchens berechnet PETTERSSON[3]) unter der Annahme, daß dabei das Impulsgesetz gültig ist, was allerdings AKIYAMA[4]) unter Zweifel stellte. Sie ist dann gleich $\frac{4}{A+4} V_\alpha = V_{Kern}$, wo A das Atomgewicht des betreffenden Elementes bedeutet. In Tabelle 2 sind die so berechneten Kerngeschwindigkeiten neben den experimentell bestimmten Geschwindigkeitsdifferenzen „vorwärtiger" und „rechtwinkliger" H-Teilchen ($\triangle V_H$) für verschiedene Elemente gegeben.

Tabelle 2.

Element	Be	B	C	N	F	Na	Al	Si	P
$\triangle V_{Kern}$	6,0	5,1	4,8	4,3	3,3	2,8	2,4	2,4	2,2
$\triangle V_H$ . .	6,5	5,1	5,2	8,0	3,9	5,7	4,2	2,3	3,6

$\}\ 10^8$ cm/sec

In dieser Tabelle bedarf die Zahl für Kohlenstoff wohl einer Bestätigung, da die Untersuchungen von RUTHERFORD und CHADWICK[1]) keine Zerlegung am Kohlenstoff feststellen konnten. Als Reichweiten der „vorwärtigen" H-Teilchen für Be und Si sind von KIRSCH und PETTERSSON[2]) Knicke in der Kurve Partickelzahl-Reichweite angesehen, welche sich aber durch andere Kurvenführung durch dieselben Punkte gänzlich vermeiden lassen. Deshalb sind auch die Zahlen für $\triangle V_H$ für Be und Si fraglich. Die berechneten und beobachteten Zahlen für andere Elemente (außer B) weisen eine große Divergenz auf, welche man kaum als eine Übereinstimmung betrachten darf. Auch der Gang der berechneten und beobachteten Zahlen ist ein ganz verschiedener, während V_{Kern} mit wachsendem Atomgewicht fällt, läßt sich im Verhalten des $\triangle V_H$ überhaupt keine Gesetzmäßigkeit auffinden.

Es liegt zur Zeit kein Material außer dem zitierten vor, an welchen man die Explosionshypothese weiter prüfen könnte. Die oben zitierten, zwar wenigen, aber fundamentalen Tatsachen sind aber der Explosionstheorie widersprechend zu bezeichnen.

Leningrad, Physikalisch-Technisches Röntgeninstitut, den 10. Oktober 1925. E. CHALFIN.

Zur Theorie der Stoßanregung von Atomen und Molekülen.

Zu den fundamentalsten Erfahrungsgrundlagen der Quantentheorie gehören ohne Zweifel die Vorgänge bei dem Zusammenstoß von Atomen und Molekülen untereinander und mit Elektronen, da durch sie ja direkt das Vorhandensein diskreter stationärer Zustände der Atome nachgewiesen wird. Hinsichtlich des Elektronenstoßes ist nur ein Versuch einer Theorie von FERMI[3]) gemacht worden. Ferner gibt es eine Theorie des Stoßes von α-Strahlen, die von BOHR[4]) begründet, später von anderen weiter ausgeführt worden ist; in bezug auf die Stöße von Atomen untereinander fehlte jedoch bisher eine solche. An sich ist aber gerade für

[1]) Proc. of the physical soc. London **36**, P. 3 p. 194. 1924.
[2]) Philosoph. mag. **42**, 809. 1921.
[3]) l. c.
[4]) Japan. journ. of phys. S. 278. 1923.

[1]) Nature 1924, S. 457.
[2]) Wien. Ber. **132**, H. 7—8. 1923.
[3]) Zeitschr. f. Physik **29**, 315. 1924.
[4]) N. BOHR, Philosoph. mag. **25**, 10. 1913; **30**, 589. 1915. R. H. FOWLER, Proc. of the Cambridge philos. soc. **21**, 521. 1923; **22**, 793. 1925. HENDERSON, Philosoph. mag. **44**, 680. 1922.

diese Fälle die Sachlage hinsichtlich der Anwendbarkeit korrespondenzmäßiger Beziehungen, die bei dem gegenwärtigen Stande der Quantentheorie allein als Hilfsmittel für eine solche Theorie in Frage kommen, wesentlich günstiger.

Wir haben uns dementsprechend die Aufgabe gestellt, die Übergangswahrscheinlichkeiten beim Stoß zwischen zwei Atomen bzw. Molekülen in ihrer Abhängigkeit hauptsächlich von den Eigenschaften der beiden beteiligten Atome korrespondenzmäßig abzuschätzen. Wie sich zeigte, ist hierfür vor allem die elektrische Ladungsverteilung innerhalb der Atome, ausgedrückt durch die Größe der elektrischen Momente verschiedener Ordnung (Dipol, Quadrupol usw.), maßgebend; ferner die kleinste Entfernung, auf die sich die Atome annähern können, aber nur relativ wenig die Gestalt der Bahnen der Atomschwerpunkte. Daher haben wir uns erlaubt, diese Bahnen wie in der Gastheorie als geradlinige Stoßbahnen elastischer Kugeln anzusetzen, auf der die Atome zwangsweise geführt werden. Dieses Problem läßt sich nunmehr nach dem kürzlich von BORN und JORDAN[1]) für aperiodische Systeme entwickelten Verfahren behandeln, und man kommt damit in der Tat zu einer Beschreibung der Stoßerscheinungen, die die wesentlichsten Züge in befriedigender Weise wiederzugeben vermag.

Man erhält zunächst die während eines Stoßes nach der klassischen Mechanik aufgenommene Energie in der Form

$$(1) \qquad \Delta E = \sum_{\tilde{n}} \sum_{\tau_1 \sigma} \sum_{\varkappa \varkappa'} \left(\tau_\varkappa \frac{\partial}{\partial J_\varkappa} + \sigma'_{\varkappa'} \frac{\partial}{\partial J_{\varkappa'}} \right) \{ (\nu \tau_\varkappa + \nu' \sigma_{\varkappa'}) (\Gamma_\tau \Gamma \sigma)_n G_n \} .$$

Hierin beziehen sich die ungestrichenen Größen und der Summationsbuchstabe τ auf das erste Molekül, die gestrichenen und σ auf das zweite Molekül. Die Γ_τ, Γ_σ stehen mit den Dipol- bzw. höheren Momenten in einfachem Zusammenhang, während die Faktoren G_n nunmehr von der Bahn der Teilchen abhängen, insbesondere dem kleinsten Abstand der Atome und ihrer Relativgeschwindigkeit. Die Summe nach n bedeutet schließlich eine Reihenentwicklung, in deren höheren Gliedern jeweils höhere Momente auftreten.

Dieses klassische Ergebnis läßt sich folgendermaßen quantenmäßig verwerten: Die Wahrscheinlichkeit, daß bei einem Zusammenstoß ein Quantensprung ausgelöst wird, bei dem sich die Quantenzahlen des ersten Atoms um $\tau_\varkappa$ und die des zweiten um $\sigma_\varkappa$ ändern, ist gleich

$$(2) \qquad \varphi^{\pm}_{\tau_1 \sigma} = \frac{1}{h^3} \sum_n (\Gamma_\tau \Gamma \sigma)^{\pm}_n G_n ,$$

wo jetzt allerdings an Stelle der entsprechenden klassischen Größen die korrespondierenden quantentheoretischen zu nehmen sind. In bezug auf diese quantentheoretischen Größen besteht allerdings noch eine gewisse Unsicherheit, da wir von ihnen nur annehmen können, daß sie eine Art Mittelwert zwischen den entsprechenden klassischen Größen der Anfangs- und Endbahn bilden. Deshalb kann auch die hier skizzierte Theorie nur einen qualitativen Charakter beanspruchen, und ein endgültiger qualitativer Ausbau wird erst möglich sein, wenn einmal die exakten quantentheoretischen Gesetze hinreichend bekannt sind.

In unserem Fall können wir jedoch noch einige weitere Auskunft über die Art der Mittelung erhalten, indem wir verlangen, daß wie in der klassischen Theorie auch hier das thermische Gleichgewicht, d. h. das MAXWELL-BOLTZMANNsche Verteilungsgesetz, sowohl für die Geschwindigkeiten als auch für die Häufigkeit der Atome in den verschiedenen Anregungszuständen durch die Stoßprozesse nicht gestört werden darf. Wie bereits KLEIN und ROSSELAND[1]) gezeigt haben, ergibt diese Forderung eine Beziehung zwischen den Wahrscheinlichkeiten inverser Prozesse, die hier ohne weiteres in naturgemäßer Weise durch geeignete Mittelbildung zu erfüllen ist, und die wir daher unseren Rechnungen zugrunde legten.

Hiermit ist unser Ziel erreicht, denn man kann jetzt nach Formel (2) in der Tat die quantentheoretischen Sprungwahrscheinlichkeiten aus den Atomkonstanten berechnen.

Im einzelnen erhält man folgende Resultate: Die Wahrscheinlichkeit eines Quantenprozesses ist im allgemeinen größer, wenn beide Atome einen Quantensprung ausführen, als bei nur einseitiger Anregung bzw. Auslöschung, weil dieser erst höhere Näherungen korrespondieren. H und H_2 werden in allen Fällen von großer Wirksamkeit sein, Edelgase dagegen von sehr geringer. Für letztere ergibt sich auch eine Reihenfolge, derart, daß diejenigen mit größerer Ordnungszahl jeweilig kräftiger wirken. Ferner ist das abweichende Verhalten metastabiler Zustände ohne weiteres verständlich, da die verbotenen Übergänge nur durch höhere Momente ausgelöst werden können. Auch zeigt es sich, daß die Funktionen G_n für steigendes n nur für einen kleineren Geschwindigkeitsbereich einen merklichen Wert haben, so daß die Anregungsfunktion enger wird.

Alle diese Resultate stehen im besten Einklang mit den Versuchen von FRANCK[2]) und seinen Mitarbeitern.

Eine ausführliche Darstellung folgt demnächst in der Zeitschr. f. Physik.

Wir sind Herrn J. FRANCK für freundliche Ratschläge und Anregungen sehr zu Dank verpflichtet.

Göttingen, den 2. November 1925.

M. BORN, P. JORDAN, L. NORDHEIM.

[1]) M. BORN und P. JORDAN, Zeitschr. f. Physik **33**, 479. 1925.

[1]) KLEIN und ROSSELAND, Zeitschr. f. Physik **4**, 46. 1921.

[2]) Vgl. z. B. das Referat von J. FRANCK, Ergebn. d. exakt. Naturwiss. **2**, 106. 1923.

Mitteilungen aus verschiedenen biologischen Gebieten.

Das Problem der nigritischen Rasse. Seit DE QUATREFAGES im Jahre 1879 als erster auf die Ähnlichkeit eines südamerikanischen, zur sog. Lagoa-Santa-Rasse gehörigen Schädels mit „papuanischen", d. h. nach heutiger Terminologie mit melanesischen oder ostnigritischen Formen hingewiesen hatte, haben neuere Funde und Untersuchungen immer klarer gezeigt, daß die nigritische Rasse, bzw. eine ihre typischen Skelettmerkmale aufweisende Menschenform, früher sehr viel weiter verbreitet war als heute und in ausgedehnten Regionen Asiens, Amerikas und auch Europas den helleren Rassen vorausgegangen ist. Damit gewinnt die nigritische Rasse eine besondere Bedeutung für die Urgeschichte der Menschheit.

Die rezente nigritische Rasse, d. h. die dunkelhäutige und schwarzhaarige, langköpfige und breitnasige Bevölkerungsmasse der Alten Welt, verteilt sich auf zwei durch den Indischen Ozean geschiedene Landblöcke: einen westlichen, festländischen: „Negerafrika", und einen östlichen, mehr insularen, Australien, Tasmanien

und den melanesischen Inselbogen von Neuguinea bis Neukaledonien umfassend. Gegenüber den beiden hellerfarbigen großen Zweigen der Menschheit, dem *„indoatlantischen"* (mit der Hauptmasse der Europäer, Westasiaten, Nord- und Nordostafrikaner) und dem *„indopazifischen"* (die übrigen Asiaten, die helleren Elemente Indonesiens und Ozeaniens und die Amerikaner einschließend), bilden die Nigritier eine dritte somatische Einheit, innerhalb welcher die unbestreitbar beträchtlichen Unterschiede, etwa der Haarform, doch zurücktreten vor der Gleichheit der körperlichen Gesamterscheinung und der Eigenart des physiognomischen Ausdrucks. Auch wesentliche Züge in der Gestaltung des Kulturbesitzes sprechen für diese Einheit.

Bereits 1910 hatte STUHLMANN auf einer Karte des hypothetischen Wohngebietes der Urnigritier die ganze nördliche Umrandung des Indischen Ozeans von Arabien bis nach Indonesien hinein auf Grund vereinzelter Funde und Nachrichten in ihre Verbreitungszone einbezogen. Aus dem Osten dieser Randzone, aus Gegenden, die heute von einer helleren und kurzköpfigen Bevölkerung eingenommen werden, sind neuerdings zwei weitere Belege für die frühere Existenz einer nigritischen Schicht bekannt geworden: im Massiv von Bac-Son im Norden Indochinas hat MANSUY zwei fossile langschädelige Skelette mit deutlichen Beziehungen zu melanesischen Typen ausgegraben, und bei Wadjak auf Java sind (schon in den Jahren 1889/90) zwei Schädel gefunden worden, die DUBOIS 1921 publiziert und als „protoaustralisch" diagnostiziert hat.

Auch für die sog. „Grimaldi-Rasse", d. h. die im Jahre 1901 in einer Aurignacien-Schicht der Kindergrotte bei Mentone entdeckte negroide Form, scheint sich jetzt eine weit über das Fundgebiet an der französischen Riviera hinausgehende Verbreitung nachweisen zu lassen: VERNEAU, dem wir die eingehendste Untersuchung dieser Skelette verdanken, glaubt ihre wesentlichen Merkmale durch das Neolithikum (z. B. der Bretagne, der Schweiz, Illyriens und der Balkanhalbinsel) und die Bronze- und Eisenzeit (z. B. Italiens) bis in die rezente Bevölkerung Südeuropas verfolgen zu können. Auch in Nordafrika seien diese Negroiden überall als Unterschicht festzustellen.

Die altamerikanische „Lagoa-Santa-Rasse" endlich, für deren direkte Verwandtschaft mit den ozeanischen Nigritiern namhafte Forscher wie RIVET und VERNEAU entschieden eintreten, ist heute von Niederkalifornien (Pericué-Stamm) bis in die Spitze des südamerikanischen Festlandes und durch dessen ganze Breitenerstreckung vom Atlantischen bis zum Pazifischen Ozean in einzelnen Resten belegt. Zahlreiche *ethnographische* Tatsachen sprechen ja für alte Beziehungen zwischen Amerika und den westlichen Randländern des Pazifischen Meeres, doch war es bisher noch nicht gelungen, auch *sprachliche* Zusammenhänge nachzuweisen. Aber auch diese Lücke scheint sich jetzt zu schließen: RIVET verdanken wir die überaus bedeutsame Entdeckung einer Sprachverwandtschaft zwischen der nordamerikanischen Hoka-Gruppe und den melanopolynesischen Sprachen einerseits, der südamerikanischen Tschon-Gruppe mit australischen Sprachen andererseits.

Indirekte Aufschlüsse über den früheren Lebensraum der nigritischen Rasse gibt uns auch die Verbreitung der *Pygmäen*, insbesondere ihrer dunkelhäutigen, kraushaarigen und oft ausgesprochen langköpfigen Varietät, der eigentlichen „Negritos", wie wir sie etwa von den Andamanen und den Philippinen kennen. Zusammenhänge mit den großwüchsigen Nigritiern sind jedenfalls nicht von der Hand zu weisen, mögen nun diese Pygmäen Kindheitsformen der Menschheit, Degenerationen großwüchsiger Rassen oder, wie eine neue Theorie SARASINS es will, „neotene" Bildungen, d. h. infantile, gewissermaßen in einem „Larvenzustand" verharrende Gruppen sein. Ihr bisher bekanntes Verbreitungsgebiet hat eine Erweiterung gefunden durch Fossilfunde in Kambodja und Annam, und im Gebirgsmassiv westlich des Mekong zwischen dem Tonle Sap und dem Golf von Siam sind lebende kraushaarige Negritos angetroffen worden. Sie scheinen früher auch nicht wie heute auf die tropische Zone beschränkt gewesen zu sein: die altchinesischen Annalen berichten bis in die Han-Zeit (206 a. bis 221 p. C.) hinein gelegentlich von schwarzen, wollhaarigen Zwergen im westlichen, östlichen und südöstlichen China. Auch in den heutigen großwüchsigen, hellen Rassen Europas und Asiens treten pygmoide Einschläge in Erscheinung. Die angeführten Tatsachen dürften die Notwendigkeit dartun, die hinsichtlich Europas und Amerikas gewissermaßen ad acta gelegte Pygmäenfrage einer erneuten Prüfung zu unterziehen.

Aus dem gegenwärtigen Verbreitungsgebiet der Nigritier sind in den letzten Jahren drei bedeutsame Fossilfunde bekanntgeworden: die Schädel von *Talgai*, *Boskop* und *Broken Hill*. Leider war für keinen von ihnen eine geologische Altersbestimmung möglich, so daß nur aus dem Erhaltungszustand, dem Grade der Fossilisierung und einzelnen anatomischen Merkmalen unsichere Schlüsse auf das Alter gezogen werden können. Der Talgai-Schädel vom Dalrymple Creek in Queensland ist bereits 1884 ausgegraben, aber erst kürzlich von ST. A. SMITH als „protoaustralisch" bestimmt und als Beleg für die frühe Existenz des Menschen in Australien erkannt worden. Der 1914 bei Boskop in Transvaal gefundene Schädel nimmt unter allen fossilen Menschenformen eine exzeptionelle Stellung ein, indem er in Länge, Breite und Volumen sogar noch den Schädel von La Chapelle aux Saints übertrifft. Man hat deshalb mit ihm eine neue Spezies, Homo Capensis, aufgestellt, deren Verhältnis zu den übrigen fossilen Afrikanern und Europäern noch völlig dunkel ist. Grundverschieden von allen afrikanischen Typen ist auch der 1921 freigelegte Broken-Hill-Schädel aus Nordrhodesia, der jedoch auffallende Übereinstimmungen mit den Neanderthalern, besonders dem Gibraltarschädel, zeigt. Offenbar stehen sich Homo Neanderthalensis und dieser Homo Rhodesiensis morphologisch und genetisch sehr nahe; da der Broken-Hill-Schädel aber geologisch relativ jung sein dürfte, ist er vielleicht als eine in Afrika persistent gebliebene Varietät des Neanderthalers anzusprechen (so BOULE).

Durch den Broken-Hill-Schädel gewinnt das Problem der Herkunft und Verbreitung der Neanderthalrasse ein ganz neues Gesicht. Wir kennen sie jetzt aus Europa (auf Malta ist sie letzthin gefunden worden), aus Südafrika (eben als Homo Rhodesiensis), und nach einer Zeitungsmeldung ist vor wenigen Wochen in Palästina, nördlich vom See Tiberias, ein Schädel ausgegraben worden, der ebenfalls die typischen Merkmale dieser Rasse aufweist. VERNEAU steht nicht an, sie als „foncièrement nigritique" zu kennzeichnen, und glaubt, daß sie noch heute als eine wesentliche Komponente in der nigritischen Rasse fortlebe.

Im Licht der jüngeren Forschung erscheinen so Neanderthaler, Homo Rhodesiensis, die Grimaldi-Rasse, Wadjak- und Talgai-Mensch sowie die rezenten Austromelanesier und die afrikanischen Neger als Deszendenten einer gemeinsamen, präneanderthaloiden, urnigritischen Schicht, die, wohl in Südasien beheimatet, sich im frühen Diluvium in Asien, Afrika und Europa (Homo Heidelbergensis?) in zwei oder drei große Lokal-

formen geschieden hat. Aus ihnen hätten sich dann zu verschiedenen Zeiten, und wahrscheinlich immer wieder von Südasien her beeinflußt, die oben genannten Formen abgezweigt. Dabei könnte etwa der Homo Heidelbergensis als Vertreter einer „protonigritischen" Schicht in Europa, H. Neanderthalensis und Rhodesiensis als solche einer „altnigritischen" in Europa, Afrika (und Vorderasien?), die Grimaldileute als solche einer „mittelnigritischen" in Europa und Nordafrika gelten, dreier Schichten, deren asiatische Entsprechungen uns heute noch unbekannt sind. Frühestens aus der „mittelnigritischen", hypothetischen Form Asiens dürften dann die Protoaustralier und aus ihnen wieder die amerikanische Lagoa-Santa-Rasse abzuleiten sein („jungnigritische" Schicht). Die rezenten Austromelanesier erscheinen als direkte Nachkommen der Protoaustralier, während die afrikanischen Neger vielleicht in einer hypothetischen, „jungnigritischen", südasiatischen Schicht wurzeln[1]). Ernst Vatter.

Periodisches Auftreten von Wanderfischen in der Deutschen Bucht. (H. Hertling, Über den grauen nud den roten Knurrhahn [Trigla gurnardus L. und T. hirundo Bloch]. Wissenschaftliche Meeresuntersuchungen Abt. Helgoland. N. F. Bd. 15. [Festschrift für Friedrich Heincke. H. 2. 1923/24].) Mit einem großen Aufwand an Arbeit ist es gelungen, einiges Licht in die Lebensgeschichte der wichtigsten Nutzfische, vornehmlich der Gadiden und der Scholle, zu bringen. Die Kenntnis der wirtschaftlich minder bedeutungsvollen Arten, zu denen auch die Trigliden gehören, ist meist noch sehr gering, doch läßt sich auch gerade bei solchen durch Bearbeitung der Fischereistatistiken und der Ergebnisse der Forschungsfahrten der Meeresforschung manches biologisch Interessante feststellen. Die Arbeit faßt zusammen, was über die Biologie des grauen und des roten Knurrhahns bereits bekannt war und was die Analyse der Statistik und der wissenschaftlichen Trawlfänge — hauptsächlich des deutschen Forschungsdampfers — darüber Neues ergeben.

Von der Familie der Trigliden, die zum größten Teil im wärmeren Gebiet beheimatet ist, ist Trigla gurnardus der nördlichste Vertreter, dessen Wohngebiet sich von der Adria bis zur norwegischen Küste und in die Ostsee bis Rügen erstreckt, und der vereinzelt sogar bis zur Murmanküste hinauf vorkommt. Die englische Fangstatistik registriert die größten Fänge von grauen Knurrhähnen an der atlantischen Küste, und zwar vornehmlich in dem Meeresteil zwischen Hebriden, Schottland und der Nordküste von Irland, in zweiter Linie in der Irischen See und nördlich von Schottland. Geringer sind die Fänge in den weiter südlich gelegenen Meeresteilen und in der Nordsee.

Der Gesamtfang an grauen Knurrhähnen in der Nordsee ist nach der Statistik durch alle Monate des Jahres ziemlich gleich, doch zeigen die Fänge der Forschungsdampfer, daß die Verbreitung innerhalb des Gebiets nach Jahreszeiten verschieden ist. Während des Winters fehlt der Fisch in der flachen südlichen Nordsee, ist aber in dem tieferen und im Winter wärmeren nordwestlichen Teil das ganze Jahr hindurch vorhanden. In der Deutschen Bucht erscheint er im April. Bis zum Juni nimmt die Menge hier zu und bleibt bis August auf gleicher Höhe. Im September und Oktober erfolgt nach und nach die Abwanderung, und im November werden nur noch Nachzügler, vornehmlich kleine Fische, angetroffen. Das Fehlen des grauen Knurrhahns während der Wintermonate in dem flachen, sich stark abkühlenden Wasser der Deutschen Bucht und sein Erscheinen im Frühjahr bei der Wiedererwärmung läßt sich mit der Wassertemperatur gut in Zusammenhang bringen, doch beginnt die Abwanderung schon, wenn die Bodentemperatur noch hoch ist, sogar im September meist höher als im Juni und Juli. Als Ursache für die Wanderungen des Fisches kommt vor allem der Laichtrieb in Betracht (Laichzeit April-September), wenn auch nicht ausschließlich, da die Laichschwärme in der Deutschen Bucht wie in den schottischen Firths mit unreifen Individuen untermischt sind.

Die pelagischen Eier von T. gurnardus fanden Ehrenbaum und Strodtmann in der ganzen Nordsee, in Küstennähe scheinen sie an Zahl zuzunehmen. Nach Meek gehen die jungen Fischchen, von der Strömung als pelagische Larven von der Küste weggeführt, in einigem Abstand von dieser zum Bodenleben über. Im ersten Winter entfernen sie sich nur wenig von den Sommerplätzen, während die älteren Jahrgänge allmählich in immer tieferes Wasser vordringen. Die Untersuchung wissenschaftlicher Trawlfänge ergibt, daß die Zusammensetzung des Bestandes in der Deutschen Bucht (Helgoland) und auf Doggerbank und Austerngrund im Sommer ziemlich die gleiche ist, während gleichzeitige Fänge aus der nordwestlichen Nordsee sich durch einen beträchtlicheren Bruchteil großer Fische über 30 cm auszeichnen. Die Nahrung des grauen Knurrhahns besteht zum größten Teil aus Krebsen (vor allem Crangon und Portunus), in zweiter Linie aus kleineren Fischen.

Im Gegensatz zu dem grauen Knurrhahn, der wenigstens in den tieferen Teilen der Nordsee während des ganzen Jahres zu finden ist, sehen wir in dem selteneren roten Knurrhahn (T. hirundo) nur einen Sommergast unserer Gewässer. Sein Verbreitungsgebiet ist ein südlicheres, es erstreckt sich über das Mittelmeer und die atlantischen Küsten Afrikas und Europas. Die englische Fischerei macht die größten Fänge an den Südküsten Englands und Irlands. In die Nordsee dringt der Fisch — wahrscheinlich durch den Kanal — im Frühjahr ein, vielleicht dem einströmenden warmen atlantischen Wasser folgend, und wird dann in der südlichen und südöstlichen Nordsee bis Hornsriff und auch, jedoch nicht regelmäßig, auf der Doggerbank, gefangen. An der Ostküste Englands ist er selten, offenbar bevorzugt er die flachen, im Sommer schnell durchwärmten Gewässer. In der Deutschen Bucht tritt er im April auf und nimmt an Zahl bis zum Juli zu. Die Schwärme sind gemischt aus laichreifen und unreifen Tieren. Die Laichzeit dauert vom April bis in den September und Oktober. Bereits im September beginnt die Abwanderung, zunächst der ausgelaichten und großen, zuletzt der jungen Fische. In den Wintermonaten fehlt Trigla hirundo gänzlich in der Nordsee. Wie bei T. gurnardus spielen Laichtrieb, Wassertemperatur und wohl auch Salzgehalt die bestimmende Rolle für die Wanderungen, ohne daß die Bedeutung jedes einzelnen dieser Faktoren bisher klar zu erkennen wäre.

H. Bückmann.

[1]) Aus der wichtigsten neueren Literatur seien genannt: die Arbeiten Verneaus (in l'Anthropologie. 1924, 1925 und im Journ. roy. anthrop. soc. London. 1924), Boules (Les Hommes fossiles. 2. Aufl. 1923), Sarasins (Anthropologie der Neukaledonier und Loyalty-Insulaner. 1916—1922 und in l'Anthropologie. 1924), Dubois' (in den Veröffentl. der Amsterdamer Akad. 1921), Rivets (im Anthropos. 1925), Brooms (in Anthrop. papers American Mus. natur. history 23, 1918), Smiths (im Philosoph. transactions roy. soc. London, B. 208. 1918), Paulsens und Hambruchs (im Archiv f. Anthropol. 19. 1923), vom Werths (Der fossile Mensch. 1921 f.).

Herausgeber und verantwortlicher Schriftleiter: Dr.-Ing. e. h. DR. ARNOLD BERLINER, Berlin W 9.
Verlag von Julius Springer in Berlin W 9. — Druck der Spamerschen Buchdruckerei in Leipzig.